www.radio.ru

1•2026

РАДИО

АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ

ШАРМАНКА-2025

ISSN-0033-765X

- Программируемый генератор частоты
- Игра на цветных дисплеях
- Индикаторы пульса
- Блок контроля доступа

и ещё 6 конструкций

1
2026

ЭЛЕКТРОНИКА РОССИИ

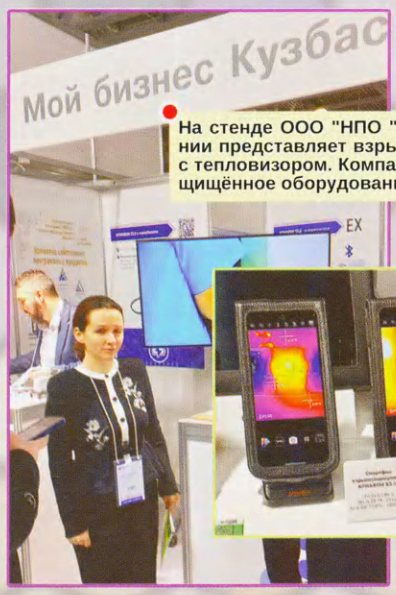
ЧЕТВЕРТАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА-ФОРУМ
"ЭЛЕКТРОНИКА РОССИИ"

25-27 НОЯБРЯ 2025 г., МВЦ "КРОКУС ЭКСПО"
RUS-ELEKTRONIKA.RU

Основатели музея Виктор и Наталия Куприяновы.

Частное некоммерческое учреждение "Интерактивный научно-технический Кибер-музей" создан с целью сохранения истории отечественной и зарубежной вычислительной техники. Одна из главных задач музея — знакомить всех желающих с историей вычислительной техники.

Один из экспонатов московской "Академии высоких технологий" — "АЙКАР" — учебный беспилотный автомобиль на базе компьютерного зрения.



На стенде ООО "НПО "АРМА" сотрудница компании представляет взрывозащищённый смартфон с тепловизором. Компания производит взрывозащищённое оборудование.

АО "Научно-производственный центр "Перспективные технологии и материалы" специализируется на разработке и производстве электронных компонентов нового поколения, основанных на перспективных материалах и передовых технологиях микроэлектроники. В основе разработок лежат двумерные материалы, такие как графен и его мультислойные модификации.

На стенде ООО "АВТОГРАММА" представлена графическая среда визуального интерактивного моделирования, разработки, отладки, модульного тестирования и калибровки программного обеспечения с интегрированной системой контроля версий, интерактивной документацией и автоматической генерацией исходного кода — "АВТОГРАММА".

REXANT

ВАШ ИДЕАЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ

для качественной пайки

В НОМЕРЕ:

ИНФОРМАЦИЯ НАШИМ АВТОРАМ 37

НАУКА И ТЕХНИКА 4

А. ГОЛЫШКО. 5G в стратосфере 4

РАДИОПРИЁМ 8

Х. ЛОХНИ. Приёмники "Океан"/Selena. Новые диапазонные планки. Часть 1. Общие сведения и антенный коммутатор 8

В. ШЕПТУХИН. Новости вещания 18

ЭЛЕКТРОМУЗЫКАЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ 20

И. МАМОНТОВ. Шарманка-2025 20

РЕМОНТ 28

А. ШУМИЛОВ. Ремонт и продление "жизни" светодиодного светильника PWP-OS 1200 36W 6500K 28

И. ПОДУШКИН. Опыт ремонта ЖК-телевизора Samsung LE26B450C4W 33

ИЗМЕРЕНИЯ 34

А. БУЛДАКОВ. Программируемый генератор частоты на STM32G431 34

ПРИКЛАДНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА 38

С. МОРОЗОВ. Сдвоенный многооборотный переменный резистор 38

С. БИРЮКОВ. Корректировка характеристики терморезисторного датчика 38

О. ИЛЬИН. Устройство для преобразования пропорциональных команд многоканальной системы дистанционного управления моделями в дискретные команды 40

С. ШИШКИН. Блок контроля доступа 44

НАША КОНСУЛЬТАЦИЯ 48

Наша консультация 48

"РАДИО" — О СВЯЗИ 49

Итоги Russian "RADIO" WW RTTY Contest 2025 49

"РАДИО" — НАЧИНАЮЩИМ 57

Д. МАМИЧЕВ. Игра "Шарики в колбах" на цветных дисплеях 57

И. НЕЧАЕВ. Индикаторы пульса 61

Р. СЕРГЕЕНКО. Викторина "Платы расширения MikroElektronika" 63

ОБМЕН ОПЫТОМ (с. 38).

ДОСКА РЕКЛАМНЫХ ОБЪЯВЛЕНИЙ (с. 1, 4, 37, 56, 4-я с. обложки).

На нашей обложке. Шарманка-2025 (см. статью на с. 20).

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:

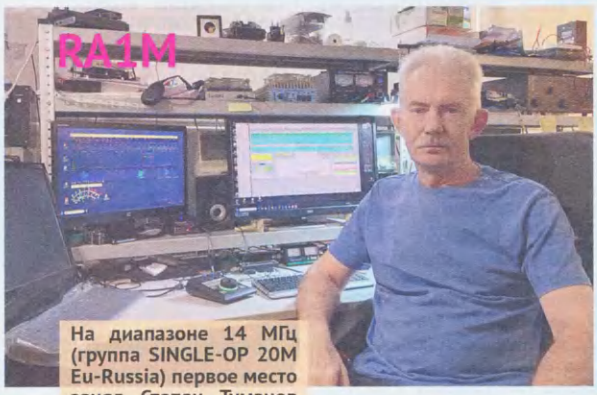
МОБИЛЬНЫЙ МИКШЕР
ЛАБОРАТОРНЫЙ БП
ИК-ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ
ПАЯЛЬНЫЙ ФЕН

Тираж журнала «Радио» № 12 сдан для рассылки подписчикам 08.12.2025 г.

Итоги Russian "RADIO" WW RTTY Contest 2025

(см. статью на с. 49)

Первое место на диапазоне 21 МГц (группа SINGLE-OP 15M Eu-Russia) занял Станислав Азуров (RD6AY).



На диапазоне 14 МГц (группа SINGLE-OP 20M Eu-Russia) первое место занял Степан Туманов (RA1M).

Первое место на диапазоне 3,5 МГц (группа SINGLE-OP 80M Eu-Russia) занял Евгений Семинько (R5KH).

В группе SINGLE-OP ALL HIGH Eu-Russia лучшим стал Дмитрий Хлебников (R2FK).

В группе SINGLE-OP ALL QRP Eu-Russia первенствовал Валентин Суровцев (RT6DI).

Юрий Сапожников (R3D-204) — единственный участник среди наблюдателей (группа SWL Eu-Russia).

Издаётся с 1924 года

РАДИО®

1•2026

МАССОВЫЙ ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

"Радиолюбитель"—"Радиофронт"—"Радио"

"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication

12+

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ:
АНО «РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «РАДИО»
Зарегистрирован Министерством печати и информации РФ 01 июля 1992 г.
Регистрационный ПИ № ФС77-82030

Главный редактор В. К. ЧУДНОВ

Редакционная коллегия:
А. В. ГОЛЫШКО, А. Н. КОРОТОНОШКО, К. В. МУСАТОВ, И. А. НЕЧАЕВ (зам. гл. редактора), Л. В. МИХАЛЕВСКИЙ, С. Л. МИШЕНКОВ

Выпускающий редактор: С. Н. ГЛИБИН
Обложка: В. М. МУСИЯКА
Вёрстка: Е. А. ГЕРАСИМОВА
Корректор: Т. А. ГЛИБИНА

Адрес редакции: 129090, Москва, Протопоповский пер., 25, к. Б
Тел.: (495) 607-31-18.
E-mail: **ref@radio.ru**
Приём статей — e-mail: **mail@radio.ru**
Отдел рекламы — (495) 607-31-18; e-mail: **advert@radio.ru**
Распространение — (495) 607-31-18; e-mail: **sale@radio.ru**
Подписка и продажа — (495) 607-87-39
Бухгалтерия — (495) 607-87-39

Наши платёжные реквизиты:
получатель — АНО "Редакция журнала "Радио", ИНН 7708187140,
р/сч. 40703810538090108833
Банк получателя — ПАО Сбербанк г. Москва
корр. счёт 30101810400000000225 БИК 044525225
Подписано к печати 24.12.2025 г. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная.
Объём 8 физ. печ. л., 4 бум. л., 10,5 уч.-изд. л.
В розницу — цена договорная.

Подписной индекс:
Официальный каталог ПОЧТА РОССИИ — П4014;
КАТАЛОГ РОССИЙСКОЙ ПРЕССЫ — 89032.

За содержание рекламного объявления ответственность несёт рекламодатель.

За оригинальность и содержание статьи ответственность несёт автор.

Редакция не несёт ответственности за возможные негативные последствия использования опубликованных материалов, но принимает меры по исключению ошибок и опечаток.

В случае приёма рукописи к публикации редакция ставит об этом в известность автора. При этом редакция получает исключительное право на распространение принятого произведения, включая его публикации в журнале «Радио», на интернет-страницах журнала или иным образом.

Авторское вознаграждение (гонорар) выплачивается в течение двух месяцев после первой публикации в размере, определяемом внутренним справочником тарифов.

По истечении одного года с момента первой публикации автор имеет право опубликовать авторский вариант своего произведения в другом месте без предварительного письменного согласия редакции.

В переписку редакция не вступает. Рукописи не рецензируются и не возвращаются.

© Радио®, 1924—2026. Воспроизведение материалов журнала «Радио», их коммерческое использование в любом виде, полностью или частично, допускается только с письменного разрешения редакции.

Отпечатано в ОАО «Подольская фабрика офсетной печати»
142100, Моск. обл., г. Подольск, Революционный проспект, д. 80/42.
Зак. 03159-25 .

Dr.WEB

Компьютерная сеть редакции журнала «Радио» находится под защитой Dr.Web — антивирусных продуктов российского разработчика средств информационной безопасности — компании «Доктор Веб».

www.drweb.com

Бесплатный номер службы поддержки в России:
8-800-333-79-32

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА — КОМПАНИЯ «РИНЕТ»

RINeT

БЛИЖЕ К ЛЮДЯМ

Телефон:
+7(495)981-4571
E-mail:
info@rinet.ru
Сайт:
www.rinet.ru

5G в стратосфере

А. ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва

"У нас как?
— Сегодня в голове,
завтра в чертежах,
послезавтра в металле,
а потом и в полёте".

Сергей Королев

Кажется, мы дождались. И наземные сети 5G будут поддерживать высотные дирижабли и беспилотные летательные аппараты, а когда-нибудь могут слиться с ними в рамках единой инфраструктуры.

28 мая 2024 г. японские исследователи объявили об успешном тестировании телекоммуникационного оборудования 5G, работающего в Q-диапазоне на частоте 38 ГГц и поднятого на 4 км над поверхностью Земли. Эксперимент был направлен на разработку воздушной ретрансляционной транспортной сети с линиями миллиметрового диапазона волн между наземными станциями и имитацией высотной платформенной станции (HAPS — High-Altitude Platform Station) на борту беспилотного самолёта. В общем, самолёт Cessna, вылетевший с аэродрома Тёфу в западной части Токио, был оснащён базовой станцией 5G, работающей на частоте 38 ГГц, а три наземные станции были оснащены фазированными антенными решётками с изменяемой диаграммой направленности. Эксперимент, проведённый консорциумом японских компаний и Национальным институтом информационных и коммуникационных технологий, прошёл удачно, и все три базовые станции "видели" самолёт и обеспечивали устойчивую связь.

"Мы подтвердили, что бортовая система, разработанная для стратосферы, обладает адекватными характеристиками связи и слежения даже при колебаниях скорости полёта и ориентации самолёта Cessna, которые более серьёзны, чем у HAPS", — сказал Шиничи Танака, менеджер космического бизнес-подразделения SKY Perfect JSAT.

Самый узкий луч антенны наземной станции составляет 0,8 градуса, и испытание продемонстрировало работу метода слежения, который всегда захватывает Cessna при таком луче.

Диапазоны миллиметровых волн, такие как диапазон 38 ГГц, имеют самую высокую пропускную способность для сетей 5G и подходят для многолюдных мест, таких как стадионы и торговые центры. Однако при использовании на открытом воздухе сигналы могут ослабляться дождём и просто повышенной влажностью воздуха. Чтобы противостоять этому, консорциум успешно протестировал алгоритм, который автоматически переключает несколько наземных станций для компенсации ослабленных влагой сигналов.

В отличие от неудачной попытки Google Loon, которая была сосредоточена на обеспечении

прямой связи с пользовательскими терминалами, испытание HAPS направлено на создание транзитных линий для базовых станций. Эксперимент, проводимый под руководством Министерства внутренних дел и коммуникаций Японии, предназначен для обеспечения высокоскоростной связи с высокой пропускной способностью как для развития сетей 5G и 6G, так и для реагирования на чрезвычайные ситуации. Последнее имеет решающее значение в подверженной стихийным бедствиям Японии — в январе 2024 г. линии связи вокруг полуострова Ното в Японском море были разорваны после землетрясения магнитудой более 7 баллов, в результате которого погибло более 1500 человек.

"Это первый в мире успешный эксперимент по связи 5G через небо с использованием частоты Q-диапазона", — сказала Хината Кохара, исследователь из отдела инноваций в сетях 6G мобильного оператора NTT Docomo. Кроме того, использование базовых станций связи 5G и оборудования базовой сети на самолёте для связи между несколькими наземными станциями обеспечивает гибкое и быстрое переключение маршрутов наземной станции для фидерной линии и устойчиво к таким характеристикам распространения, как осадки. Ещё одной ключевой особенностью является применение полностью цифрового метода для формирования управления лучом, который использует несколько независимых лучей для повышения эффективности использования частоты.

Компенсация доплеровского сдвига частоты была проблемой в эксперименте, сказал Кохара, добавив, что исследователи проведут дальнейшие тесты, чтобы найти решение с целью коммерциализации услуги HAPS в 2026 г. Помимо SKY Perfect JSAT и NTT Docomo, в консорциум входит Panasonic Holdings, известная своим электронным оборудованием.

NTT Docomo объявила о том, что возглавила ещё один консорциум по инвестициям в размере 100 млн долл. в компанию Airbus ALTO HAPS, оператора беспилотного летательного аппарата Zephyr. Крыло с солнечными батареями может быть использовано для прямой связи 5G с устройством или наблюдения за Землёй и установило рекорды, включая 64 дня стратосферного полёта. По словам Airbus, он имеет доступ к 250 наземным башням в труднопроходимой гористой местности. Докомо сказал, что инвестиции направлены на коммерциализацию услуг Zephyr в Японии, включая охват сельских районов и зон стихийных бедствий, а также во всём мире в 2026 г.

HAPS не является какой-то новой концепцией, потому что исследования Международного союза электросвязи (МСЭ) по HAPS начались ещё в середине 1990-х годов, но, правда, представлялись больше как фантастика. Кстати, если бы МСЭ не проявлял интереса к HAPS, они так бы и остались фантастикой. Но в последнее время HAPS демонстрирует большую жизнеспособность благодаря технологическим достижениям в области эффективности солнечных батарей, плотности энергии аккумуляторов, лёгких композитных материалов, автономной авионики и антенн. Остаётся добавить, что проекты систем HAPS уже встречались в разные годы на страницах журнала ("Надувные "спутники связи" и "Надувные "спутники связи": двадцать лет спустя"), но только сейчас наступает время их реализации.

Несмотря на то, что более половины населения мира уже подключено к Интернету и вокруг планеты движутся тысячи низкоорбитальных спутников, в сельских и отдалённых районах с недостаточным уровнем обслуживания всё ещё требуются более значительные широкополосные возможности для подключения услуг электросвязи. Короче, в мире есть миллиард человек, которые не имеют достаточной связи, будь то временно, из-за урагана, или просто из-за места их проживания. В свою очередь, HAPS могут использоваться для обеспечения как фиксированной широкополосной связи для конечных пользователей, так и линий передачи между мобильными и опорными сетями, используемыми для транзитного трафика. Оба типа приложений HAPS позволят развёртывать беспроводную широкополосную связь, в том числе в отдалённых, горных, прибрежных и пустынных районах.

HAPS может быть быстро развёрнута для организации связи после стихийных бедствий. Использование линий связи HAPS позволяет предоставлять услуги с минимальной инфраструктурой наземной сети, например, для резервного копирования наземных сетей, повреждённых в результате стихийных бедствий.

Недавние тестовые развёртывания, обеспечивающие широкополосный доступ в Интернет с помощью HAPS, расположенных на высоте около 20 км над землёй, продемонстрировали их способность обеспечивать связь для отдалённых или недостаточно обслуживаемых районов. В некоторых странах проводятся испытания HAPS, чтобы продемонстрировать их потенциал. Тем не менее, системы HAPS по-прежнему сталкиваются с некоторыми проблемами, пытаясь стать коммерчески жизнеспособным вариантом для обеспечения глобальной широкополосной связи.

Регламент радиосвязи (РР) МСЭ определяет HAPS как радиостанции, расположенные на объекте на высоте 20...50 км и в определённой фиксированной точке относительно Земли.

Согласно оценкам некоторых недавних исследований МСЭ-R (сектор радиосвязи МСЭ), общие потребности в спектре в фиксированной службе для систем HAPS находятся в диапазоне от 396 МГц до 2969 МГц для линий связи между землёй и платформой HAPS и в диапазоне от 324 МГц до 1505 МГц для линий HAPS платформа-земля. Эти диапазоны включают спектр, необходимый для охвата конкретных приложений (например, миссий по оказанию помощи при стихийных бедствиях) и для установления соединений (например, коммерческая широкополосная связь).

Первые полосы частот фиксированной службы, разрешённые для HAPS, были определены во всём мире в РР в 1997 г. С тех пор РР были обновлены с целью определения дополнительных полос частот фиксированной службы на региональном уровне, а также в конкретных странах, где может функционировать HAPS. При определении полос, подходящих для HAPS, в основном учитывались опасения по поводу потери мощности сигнала из-за его затухания в дожде в верхних полосах частот. Эти ранние определения HAPS были созданы без предположения, что они должны будут поддерживать современные широкополосные приложения.

На трёх всемирных конференциях радиосвязи (ВКР-97, ВКР-2000 и ВКР-12) был определён спектр фиксированной службы для HAPS в полосах частот 47/48 ГГц, 2 ГГц, 27/31 ГГц и 6 ГГц, соответственно. Хотя частотный ресурс для систем HAPS был первоначально создан некоторое время назад, он не использовался из-за незрелости технических решений.

До ВКР-19 проведённые исследования МСЭ-R показали, что потребности в спектре для широкополосных приложений HAPS, возможно, не были полностью удовлетворены в тех полосах, где было разрешено их использование. Кроме того, некоторые из разрешённых полос частот имели географические ограничения, а исследования показали, что было бы желательно определить во всём мире полосы

КУПОН ЧИТАТЕЛЯ
ЖУРНАЛ РАДИО
1 полугодие

частот, в которых могла бы быть разрешена HAPS для улучшения и гармонизации их использования.

В связи с этим на ВКР-19 члены МСЭ определили дополнительные полосы радиочастот, в которых системы HAPS могут работать в определённых технических условиях. В частности, ВКР-19 приняла решение о том, что полосы частот 31...31,3 ГГц и 38...39,5 ГГц должны быть определены как разрешённые для использования HAPS во всём мире. Также было подтверждено, что полосы частот 47,2...47,5 ГГц и 47,9...48,2 ГГц доступны для использования во всём мире администрациями, желающими внедрить HAPS. На ВКР-19 принято решение о том, что полосы частот 21,4...22 ГГц и 24,25...27,5 ГГц могут использоваться HAPS в фиксированной службе. ВКР-19 также согласилась с ограничениями в отношении направлений линий связи и включением технических условий эксплуатации систем HAPS для защиты других служб.

Повестка дня ВКР-23 включала исследования возможных новых определений для использования HAPS в качестве базовых станций Международной подвижной электросвязи (IMT) (HIBS — High altitude platform station as IMT Base Station) в составе сетей. Технология HAPS предлагает новую платформу для обеспечения мобильного широкополосного доступа с минимальной инфраструктурой с использованием тех же частот и пользовательских устройств, что и наземные сети мобильной связи.

До недавнего времени высотные платформы полагались, в первую очередь, на спектр миллиметровых волн, включая полосу частот 47...48 ГГц. Миллиметровые волны, однако, имеют ограниченный радиус действия и, как известно, уязвимы к неблагоприятным погодным условиям. В 2023 г. МСЭ-R выделил для стратосферных платформ частотный диапазон от 700 МГц до 2,6 ГГц, что, как видно, на порядок ниже, чем было ранее. Установлены также ограничения мощности, правила координации и распределения гармонизированных полос радиочастот, чтобы не создавать помехи существующим радиослужбам.

Доступность гармонизированного низкочастотного спектра для прямой передачи данных на устройство HAPS коренным образом изменила бизнес-кейс подобных проектов. Сразу же возник дополнительный интерес к развёртыванию HAPS, потому что появилась возможность для обычных смартфонов напрямую подключаться к новым высотным базовым станциям. По сути, изменились правила игры на зарождающемся рынке. То есть только-только реализуемые в настоящее время проекты по организации связи с обычных смартфонов через низкоорбитальные спутники получили серьёзного конкурента.

Вот так, одобрив использование спектра для HAPS, члены МСЭ предоставили ещё одну коммуникационную платформу для подключения тех, кто не подключён.

С учётом сказанного выше, начиная с 2026 г. японский телекоммуникационный гигант, компания SoftBank Corp., будет транслировать широкополосную связь 4G/5G через стратосферу для японских конечных пользователей. Парящая на высоте 20 км над Землёй, где практически отсутствуют сильные ветры, платформа компании на базе дирижабля будет использовать технологию регенерации энергии для обеспечения электропитания. Работать она будет в том самом недавно распределённом спектре для HAPS. И эта технология в конечном итоге может представлять реальную конкурентную угрозу для спутниковых платформ, таких как Starlink.

При этом SoftBank Corp. объявила, что получила эксклюзивные права на развёртывание стратосферных летательных аппаратов легче воздуха над Японией. Высотная платформа обеспечит прямое подключение обычных смартфонов и обещает вдвое меньшие задержки связи (20 мс против 45 мс) по сравнению со спутниковой системой Starlink. Эксплуатация стратосферных платформ обойдётся дешевле и, по мнению компании, найдёт своего потребителя.

Дирижабль с солнечными батареями, разработанный компанией Sceye из Мориарти (штат Нью-Мексико), который упоминался на страницах журнала, уже совершил более 20 успешных испытательных полётов. В том же заявлении для прессы SoftBank Corp. также рассказала о своих планах по использованию беспилотных летательных аппаратов тяжелее воздуха, которые разработала японская компания.

В отличие от ретрансляторов сигнала, дирижабль Sceye фактически будет автономно пилотируемой мачтой сотовой связи, работающей ещё не в космосе, но над основной погодной нестабильностью атмосферы. Дирижабль будет нести тот же тип базовой станции, который используется в наземных сетях мобильной связи (4G eNodeB/5G gNodeB), который будет соответствовать стандартам 3GPP.

В отличие от более ранних проектов HAPS, которые работали в качестве ретрансляторов сигнала, дирижабли Sceye в конечном итоге позволят пользователям пересекать зоны покрытия без потери обслуживания благодаря передаче управления (handover) между наземными и воздушными базовыми станциями. И это может выглядеть и ощущаться конечным пользователем так же, как обычная работа в сетях 4G и 5G (т. е., иными словами, никак не ощущаться).

На дирижабле Sceye используются передовые антенные системы, которые обеспечивают прецизионное управление диаграммой. Эта технология 5G, также известная как Beamforming (формирование луча), в зависимости от спроса помогает либо охватывать связью обширные территории или, наоборот, сужать диаграмму направленности (вместе со всей пропускной способностью) до более узкого конуса.

Собственно, существует три основных типа формирования луча: аналоговое, цифровое и гибридное. Аналоговое формирование луча обычно используется в простых беспроводных системах, в то время как цифровое формирование луча чаще используется в современных системах связи. Гибридное формирование луча часто используется в системах связи миллиметрового диапазона. Цифровое формирование луча (работающее на Sceye) использует набор антенных решёток для передачи и приёма сигналов, причём каждой антенной решёткой можно управлять независимо, что позволяет более точно манипулировать излучаемым сигналом.

С грузоподъёмностью 250 кг и генерируемой мощностью 10 кВт от солнечной энергии дирижабль Sceye может не только питать свой телекоммуникационный комплекс, но и зафиксировать станцию в конкретной точке пространства, на что неспособны ни воздушные шары (которые дрейфуют вместе с ветром), ни беспилотные летательные аппараты.

Кстати, о воздушных шарах. Родившаяся в недрах корпорации Google и реализованная в 2011 г. попытка создать провайдера доступа в Интернет с помощью высотных воздушных шаров (стратостатов) в рамках проекта Project Loon несколько лет назад потерпела фиаско. А начиналось всё хорошо. Представьте, что стратосферные воздушные шары парят на высоте около 20 км над землёй. У них есть солнечные панели, антенны и системы навигации. Перемещаются шары с помощью ветровых потоков в стратосфере, и их можно направлять в нужные регионы. Ну и главное — они служат точками доступа к беспроводной сети.

Читатели, приславшие в редакцию любые пять из шести купонов за полугодие, смогут претендовать на один из призов.

Официально проект был запущен в июне 2013 г., когда корпорация отправила в стратосферу 30 тестовых шаров в Новой Зеландии. Один шар обеспечивал покрытие на площади до 5000 км^2 (позже до 11000 км^2 с улучшенными бортовыми системами).

В последующие годы проект расширялся, и в 2017 г. Loon предоставил экстренную связь в Пуэрто-Рико после урагана "Мария", а в 2020 г. запустил коммерческую услугу 4G LTE в Кении совместно с Telkom Kenya, охватив территорию площадью 50000 км^2.

Технологии совершенствовались, проект развивался. Сначала шары могли находиться в воздухе только несколько дней, но к 2015 г. срок их службы увеличился до 100 дней. Рекорд же поставили в 2020 г., тогда шар продержался в атмосфере 312 суток. За всё время существования флота Loon шары налетали более миллиона часов в стратосфере, совершив почти 2100 полётов.

В июле 2018 г. Loon выделили в самостоятельную компанию в составе Alphabet (основной инвестор проекта). По оценкам экспертов, проект ежегодно тратил около 100 млн долл., включая финансирование от Alphabet и внешних партнёров, таких как SoftBank.

В январе 2021 г. Alphabet объявила о закрытии Loon. Основная причина — проект невозможно сделать коммерчески жизнеспособным. Операционные расходы проекта, включая производство шаров, их запуск и обслуживание, превышали доходы, которые Loon мог бы получать от предоставления услуг Интернета в бедных и отдалённых регионах. Ведь часто пользователи не могли себе позволить даже минимальные тарифы. К тому же стал стремительно развиваться мобильный Интернет, и это тоже сильно ударило по проекту. А тут ещё Илон Маск предложил доступную спутниковую связь, полноценный запуск сервиса состоялся в 2020 г. Несмотря на красивую идею, разработки и достижения, Project Loon просто потерял актуальность.

Хотя Loon прекратил существование, его технологическое наследие не пропало даром. Часть разработок, например высокоскоростные оптические коммуникационные системы (20 Гбит/с), легла в основу новой инициативы — Taara. Это детище той же лаборатории, что породила Loon. После закрытия Loon часть инженеров и исследователей перешла в этот проект, сохранив накопленный опыт. Этот проект использует не шары, а лазерные лучи для передачи данных между наземными станциями. Его цель — предоставить доступ к Интернету там, где прокладка оптоволокна слишком дорога или невозможна.

Taara применяет технологию беспроводной оптической связи (FSO — Free Space Optics), которая передаёт данные на расстояния до 20 км со скоростью до 20 Гбит/с. В её основе — узконаправленные лазерные лучи высокой точности. В отличие от радиоволн, которые применяются в традиционных беспроводных сетях, FSO использует свет в ближнем инфракрасном диапазоне. Тем самым обеспечивается высокая пропускная способность и снижается уровень помех.

Решение дешевле и проще в развёртывании, чем традиционные кабели. Чтобы установить станции Taara, не нужны масштабные земляные работы, прокладка километров оптоволокна или строительство сложных вышек. Достаточно разместить компактные приёмопередатчики на возвышенностях, например, на крышах зданий или небольших мачтах, и обеспечить между ними прямую видимость.

Особенно это важно для регионов с пересечённой местностью, где прокладка кабелей может занять годы и обойтись в миллионы долларов. В отличие от Loon, где требовалось поддерживать сложную инфраструктуру в воздухе — стратосферные шары, зависящие от ветров и погодных условий, — Taara полагается на наземные станции, а это снижает эксплуатационные расходы и упрощает обслуживание. К тому же технология не зависит от лицензирования радиочастотного спектра, а значит, можно уменьшить бюрократические барьеры и быстрее её внедрить.

В Кении Taara помогает подключать регионы, где прокладка оптоволокна нерентабельна из-за сложного рельефа или низкой плотности населения. Ну а за спутниковую связь жители многих регионов платить просто не в состоянии, слишком дорого. В целом Project Loon был смелым экспериментом, который доказал, что Интернет можно доставлять в самые отдалённые уголки планеты с помощью стратостатов.

Возвращаясь к проекту HAPS от SoftBank Corp., отметим технологические достижения Sceye в области материалов, которые имеют решающее значение для высотных полётов на длительность и выносливость. По данным компании, ткань, из которой изготовлен корпус дирижабля, в пять раз прочнее на единицу массы по сравнению с материалами обычных систем HAPS. Этот материал имеет в 1500 раз большую газонепроницаемость, а также более устойчив как к ультрафиолетовому излучению, так и к озону. Однако использование даже такого суперматериала для обшивки дирижабля, его нахождение в воздухе на высоте 20 км требует дальнейших инноваций в сторону большей эффективности. В SoftBank Corp. не скрывают, что дирижабли, как платформа, ещё далеки от совершенства. Обычно на устройствах подобного типа около 30 % массы идёт на конструкцию, а ещё 30 % — на энергетическую систему. Совершенствование этих технологий предоставит дополнительное конкурентное преимущество.

Серебристые дирижабли Sceye рассчитаны на особую выносливость, способны взаимодействовать с ветром для предотвращения его воздействия и оставаться в зоне эксплуатации в течение нескольких месяцев. Сверхлёгкие и гибкие солнечные панели-оболочки и аккумуляторные батареи высокой ёмкости обеспечивают работу оборудования в ночное время. В то время как отсек полезной нагрузки, защищённый от температурных воздействий и ультрафиолета, может выдерживать экстремальные условия, имеющие место в стратосфере. Заявлено, что дирижабль может достичь высоты 20 км менее чем за 30 мин, причём один такой воздушный корабль способен заменить до 25 наземных базовых станций.

На сегодняшний день SoftBank Corp. всё ещё взвешивает, как лучше всего развернуть стратосферные платформы Sceye, будь то в качестве постоянно работающей инфраструктуры в составе наземной сети связи или в качестве средств экстренного реагирования по требованию во время чрезвычайных ситуаций и других периодов ожидаемого высокого спроса. Возможны оба сценария, как непрерывный полёт или запуск в ответ на катастрофу. А эксплуатационные параметры будут окончательно доработаны после предкоммерческих испытаний в 2026 г. с учётом экономической эффективности и решения таких дополнительных задач, как дистанционное зондирование. Впрочем, какую бы форму в конечном итоге ни приняло указанное выше развёртывание, оно знаменует собой важный шаг вперёд в развитии проектов HAPS.

По материалам

https://clck.ru/3NWLpM,
https://clck.ru/3NWLtQ,
https://clck.ru/3NWLz9,
https://clck.ru/3NWM4i,
https://clck.ru/3NWM4i

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Приёмники "Океан"/Selena. Новые диапазонные планки

Часть 1

Общие сведения и антенный коммутатор

ХАЙО ЛОХНИ, Германия/Россия, г. Гай Оренбургской обл.

В статье продолжается описание модернизации приёмников семейства "Океан"/Selena, а именно антенного тракта и переключателя диапазонов. Ранее предложенная доработка заводских диапазонных планок (ДП) устранила их существенные недостатки, были исключены устаревшие компромиссы, получилось заметное улучшение качества приёма, добавились дополнительные диапазоны. Можно было на этом остановиться, если вести приём исключительно с встроенными антеннами в условиях умеренного уровня цивилизационных помех. Предложенная модернизация с новыми ДП в первую очередь позволит улучшить селективность УВЧ даже внутри выбранного радиовещательного диапазона, практически избавиться от приёма зеркального канала и приёма на гармониках гетеродина. Эти новые ДП обязательно нужны при радиоприёме с большими внешними антеннами (ВА) и тем более при выезде на природу, где присутствует полная сигнальная динамика с низким уровнем эфирного шума. Первый раздел посвящён антенной коммутации, приводятся разъяснения, советы и описания методов налаживания входных узлов.

1. Введение

Улучшения радиоприёмников "Океан"/Selena с заменой радиотракта на более качественный вариант явным образом выявили недостатки в ДП [1] переключателя диапазонов заводского исполнения, даже в их качественно доработанных версиях. С подключённой внешней большой антенной при низком уровне местных помех часто слышны зеркальные сигналы и свисты, станет заметной интермодуляция мощными сигналами из всего КВ-диапазона. В наше время выросло число мощных служебных и радиолокационных сигналов на КВ, несмотря на общий тренд опустошения радиоэфира на ДВ, СВ, КВ, и предусмотрительное подавление сигналов вне полосы приёма и помех в целом с помощью входного полосового фильтра снова приобрело актуальность. Многие современные приёмники в части входного узла построены широкополосными, чтобы снизить себестоимость и уменьшить габариты, но это вредит качеству приёма из-за подъёма шумовой дорожки от тысячи интермодуляционных комбинаций мощных сигналов. Неудачные бюджетные SDR могут внутри КВ-диапазонов иметь несколько каналов паразитного приёма, они привязаны к гармоникам гетеродина аналогового конвертора. Неспроста изготовители солидной аппаратуры SDR возвращали в состав устройства затратные входные полосовые фильтры, чтобы реализовать заложенный большой динамический диапазон (ДД) современных АЦП.

По опыту проведения выездного радиоприёма с современными карманными приёмниками было уделено большое внимание приёму с телескопической антенной (ТА) на ДВ и СВ. Этот способ ДВ-СВ-приёма даст удивительно высокое соотношение С/Ш, так как эффективная высота ТА на порядок больше, чем у магнитной антенны (МА).

За пять лет были исследованы разные варианты схем для новых ДП. Если обобщить результаты, сплошная медная площадка общего провода позволит полностью реализовать расчётную селективность УВЧ с одним входным контуром до УВЧ и одним промежуточным контуром на стыке УВЧ со смесителем. Однако доработанный радиотракт на заводской печатной плате не может реализовать это улучшение, так как соединение длинными проводами всё испортит. Поэтому применение новых ДП подразумевает наличие нового радиотракта с улучшенным заземлением и короткой разводкой.

Любопытная ситуация развивалась с версией нового радиотракта на ИМС К174ХА2 в его простом варианте. В отличие от

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

диодных смесителей и активного смесителя на ИМС К174ПС1, его вход (выводы ИМС 1 и 2) мало нагружает выходной УВЧ-контур, и его селективность существенно увеличена. При настройке контура это явно чувствуется, резонанс острый и требуется тщательное сопряжение контуров. Поэтому этот радиотракт отлично сочетается с доработанными заводскими ДП. Нет острой необходимости применить новые ДП, так как этот радиотракт и так не предусмотрен для работы с большими антеннами из-за ограниченного ДД этой микросхемы. Тем не менее, при описании различных новых ДП будут приведены советы по их использованию с ИМС К174ХА2.

Разработке ДП для КВ-приёма с повышенной селективностью мешало непосредственное соседство контактов 16 (антенна) и 17 (вход УВЧ), и двухконтурный фильтр на входе УВЧ не смог обеспечить подавление зеркального канала более чем 30 дБ на частотах выше 10 МГц. Аналогичная ситуация сложилась с контактами 8 (вход смесителя) и 9 (выход УВЧ). В заводской схеме ДП соседние контакты входят в состав одного колебательного контура, и селективность не страдает. Конструктивная ёмкость соседних лепестков и их проводов составляет 1...2 пФ, и на КВ это является существенным при импедансе узла в сотни ом. Поэтому новые ДП должны быть согласованы с новой схемой стыковки с радиотрактом, где устранено это соседство "горячих" контактов. Но это означало бы, что в приёмнике нужно менять все восемь ДП, а это может оказаться вне бюджета и планов на модернизацию. Поэтому разработка новых ДП велась по двум направлениям.

С одной стороны, для начального уровня модернизации предлагается новая универсальная схема ДП КВ и универсальная ДП ДВ-СВ, обе они разработаны при сохранении старой схемы соединения с радиотрактом. Этот вариант имеет смысл, если нужно улучшить приём только на отдельном важном диапазоне. К примеру, универсальная ДП КВ на 6...10 дБ повышает коэффициент передачи от ТА к УВЧ для КВ-диапазонов выше частоты 13 МГц и на 6...12 дБ увеличивает подавление зеркального приёма. Для всех КВ-диапазонов ниже 13 МГц улучшаются экранировка и подавление паразитных каналов приёма на гармониках гетеродина. С помощью универсальной ДП ДВ-СВ можно реализовать приём с ТА, оптимально разделить СВ-диапазон на два поддиапазона, улучшить работу МА, устранить паразитный КВ-приём. Однако приём с большими ВА остаётся некомфортным, такое радиослушание часто сопровождают интермодуляция и свист. Поэтому этот вариант годится для регулярного радиоприёма с встроенной антенной, в том числе при выезде "на чистый природный эфир".

С другой стороны, для принципиального улучшения радиоприёма с большеразмерными антеннами был разработан комплект из четырёх различных ДП. Антенный вход переместился на контакт 18 в крайней группе, а выход входного фильтра к входу УВЧ перешёл на контакт 16, который расположен между заземлёнными контактами 17 и 15. Поэтому от антенны до входного транзистора УВЧ можно получить подавление побочных сигналов и помех до 80...40 дБ на частотах 1...26 МГц. Аналогичное решение нашлось для стыковки УВЧ со смесителем, для этого поменялось местами назначение контактов 9 и 10. Поэтому выход УВЧ на контакте 10 уже не взаимодействует "по воздуху" со входом смесителя на контакте 8, и в этой части реализуемо подавление 60...40 дБ на частотах 1...26 МГц. С изменённым подключением ДП к радиотракту в целом от антенны до смесителя обеспечена реальная селективность 100...60 дБ на частотах 1...26 МГц для отстройки по частоте более ±930 кГц. Это подавление ограничено тем, что приёмник экранирован не полностью. Тем не менее, такой параметр вышел далеко за рамки бытовых приёмников, и не все приёмники высших категорий обеспечивают такое качество.

Для полной комплектации приёмника предлагаются:

— универсальная ДП для ДВ и СВ, она комплектуется для приёма с МА и ВА, либо для ТА (но без ВА);

— ДП КВ для частот 1,3...8 МГц для перекрытия расширенного диапазона на одной ДП, гетеродин с частотой выше частоты приёма (например ДП диапазона 49/41 метров);

— ДП КВ для частот 1,3...8 МГц для перекрытия одного диапазона, гетеродин с частотой выше частоты приёма;

— ДП КВ для частот 9...18 МГц для перекрытия одного диапазона, гетеродин с частотой ниже частоты приёма.

Все эти ДП работают с перестраиваемым двухконтурным фильтром от антенны к входу УВЧ, что существенно снижает уровень суммарной смеси сигналов, поступающих на входной транзистор. Этот транзистор в УВЧ получает на 50...80 % меньше побочных сигналов значительного уровня в выбранном радиовещательном диапазоне, что на порядок снизит уровень интермодуляционных шумов.

В этой концепции заложено обязательное разделение диапазона СВ на верхний (СВ-В) и нижний (СВ-Н) поддиапазоны, что даёт возможность реализации уникальных и эффективных схемных решений. Лучшее разделение диапазона СВ на СВ-Н и СВ-В получается в области частоты 1150...1200 кГц. Тогда получается в обоих поддипазонах одинаковый максимальный масштаб шкалы — не более 7 кГц/мм, вместо 14 кГц/мм с одной СВ ДП. По замыслу, новые ДП СВ-В имеют верхнюю частоту 1710 кГц для приёма частных радиостанций или межконтинентальных сигналов.

Предполагается, что ранее была установлена контактная лента для барабана переключения диапазонов (БПД) и механизм прошёл восстановление, контакты юстированы, плотное заземление всех узлов обеспечено, разводка КПЕ подготовлена для частот хотя бы до 18 МГц или даже до 26 МГц.

Ранее при доработке заводских ДП было предложено простое решение для приёма с ВА. Для полной реализации качества новых ДП предлагается антенный коммутатор (АК), с которым обеспечен приём от встроенных антенн, а домашний радиоприём с уличной ВА не ухудшается от настойчивых помех внутри помещения.

2. Антенный коммутатор

Можно было бы придумать сложный коммутатор на реле или специализированных микросхемах, для этого увеличить мощность блока питания, пожертвовать сроком службы аккумуляторной батареи и сделать проект сложно повторяемым. Поэтому после начальной модернизации был проведён анализ причин, мешающих работе с встроенными антеннами, ухудшению приёма с ВА. Были отмечены критические недостатки, устранённые в АК, который оказался достаточно простым в исполнении. Стоит отметить, что и при использовании доработанных заводских схем АК будет полезным при бюджетной модернизации.

В первый момент оказалось, что при подключении ВА к антенному разъёму нужно заземлять всю разводку к ТА, чтобы мощные помехи внутри здания не перекрыли слабые сигналы от хорошо расположенной ВА. Казалось бы, без двойного переключателя не обойтись. Но опыт показал, что мощность сигналов от ВА на порядки больше, чем от ТА, поэтому сделать это можно с помощью простого переключателя.

Так как дорабатываемые приёмники являются бытовыми, подключение активной ВА не должно

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

вызывать проблем у простого обывателя. Поэтому нужно предусмотреть подачу питания для активной антенны из приёмника через АК на антенный разъём.

В отличие от многих бюджетных приёмников, здесь на всех диапазонах входной узел работает в высокодобротном резонансном режиме. Следовательно, настроенный резонанс при штатной работе от встроенных антенн нужно сохранить и при работе от ВА. Но при отключении ТА во входном контуре частота резонанса резко изменяется, поэтому потребуется восстановление "потерянного" резонанса с помощью компенсирующей RLC-цепи.

Сигнал от ВА должен поступать только на входной контур. Реализовать это проще всего с помощью катушек связи. Оказалось, что на МА достаточно намотать всего один виток посередине, чтобы от обычных ВА сигнал превышал на порядки сигнал от самой МА. Это обстоятельство позволит отказаться от переключателя сигнала для МА.

Схожая ситуация получается на КВ, если отключить ТА. Размещение катушки связи над входной КПИ оказалось простым решением, связь хорошая, реализуется в полной мере предельная чувствительность приёмника, как со стандартными активными антеннами, так и с проволочными "случайными" антеннами длиной 8...15 м. И здесь не потребуется переключатель.

С учётом этих обстоятельств для АК осталось решить четыре задачи: отключение ТА, компенсация смещения частоты резонанса, подача питания на активную антенну, индуктивная подача сигнала от ВА к входному LC-контуру. Позже появились ещё другие вторичные задачи, но они не меняют суть.

Сначала был разработан образец на макетной плате, потом следовали разные варианты печатных плат, одна из версий показана на **рис. 1**, она установлена в приёмнике "Океан-209". Принцип работы наглядно виден и не менялся даже для новых продвинутых версий АК.

Для приёма ДВ-СВ-КВ ВА подключают к штатному антенному гнезду 1. С него с помощью одного витка 2 на МА 6 сигнал передаётся во входной контур УВЧ на ДВ и СВ. Далее сигнальный ток проходит катушку связи 3 (2...4 витка), установленную над входной КПИ на ДП КВ в барабане переключателя диапазонов. После этой катушки сигнальная линия заземлена блокировочным конденсатором 4. В точке 5 на эту линию можно подавать напряжение 9 В для питания активной антенны. Нужно отметить, что эта сигнальная линия всегда активна, как только подключается ВА с мощным "букетом" сигналов, которого нет при приёме от встроенных антенн. Чтобы приёмник в помещении не подхватил местных цивилизационных помех, достаточно отсоединить ТА с помощью тумблера 7. Провод 8 к ТА и антенный диплексер имеют заметную индуктивность, к тому же влияет обобщённая ёмкость ТА, и эти две реактивные составляющие повлияют на частоту настройки входного КВ-контура. Поэтому тумблер подключает вход УВЧ-контура к компенсационному LC-контуру 9 и 10, чем восстанавливается частота резонанса входного контура. АК крепится к винтам 11 и 12 заземляющей шины барабана через контактные лепестки (16...20 мм) с отверстием для винтов М3. Сверху над антенным разъёмом в пластине 13 установлен винт М2 длиной 7 мм. Пластину надо просверлить сверлом диаметром 1,6...1,7 мм и закрутить в пластмассу умеренно разогретый паяльником винт.

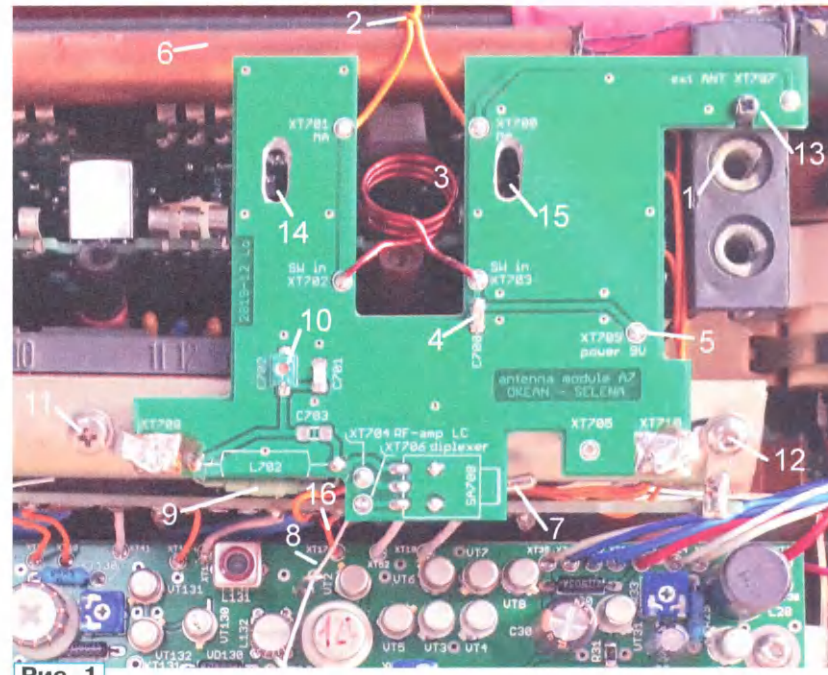


Рис. 1

Печатная плата сделана из двухстороннего фольгированного материала FR4 (стеклотекстолит) толщиной 0,5 мм, так как иногда бывает мало места для размещения АК. Во многих приёмниках этот промежуток бывает достаточным для применения материала FR4 толщиной 1,5 мм. Две прорези 14 и 15 обеспечивают доступ к подстроечным конденсаторам на заводских ДП. И на новых ДП элементы настройки размещены аналогично. Тумблер и компенсационная катушка индуктивности (дроссель) устанавливают с нижней стороны платы. Провод 16 от тумблера уходит к УВЧ на главной плате.

Конструкция приёмников претерпела небольшие изменения касательно их размеров, поэтому более правильно для приёмников "Океан-209" и "Океан-214" применить разные АК. Но с помощью несложной шлифовки можно эти АК установить во все приёмники этого семейства. Для приёмника "Океан-214" были разработаны более продвинутые схемы радиотракта, и поэтому АК для него стал более проработанным, но принцип работы остался.

3. АК для приёмника "Океан-209"

Разработка АК началась, когда актуальной была задача всего лишь доработать заводскую главную плату, поэтому задачи были простыми. На **рис. 2** показана общая схема антенного узла, включая АК, для доработанного приёмника "Океан-209" с заводской платой радиотракта, как самый простой вариант модернизации приёмника.

Антенный диплексер расположен на заводской главной плате радиотракта, он представлен широкополосным дросселем L48 индуктивностью 1 мкГн. УКВ-блок после переделки на диапазон 87...108 МГц имеет входную ёмкость 9 пФ к сигнальной линии, выдвинутая ТА — ёмкость около 30 пФ, итого получается 39 пФ до дросселя L48. Итоговая индуктивность цепи от ТА к тумблеру составляет примерно

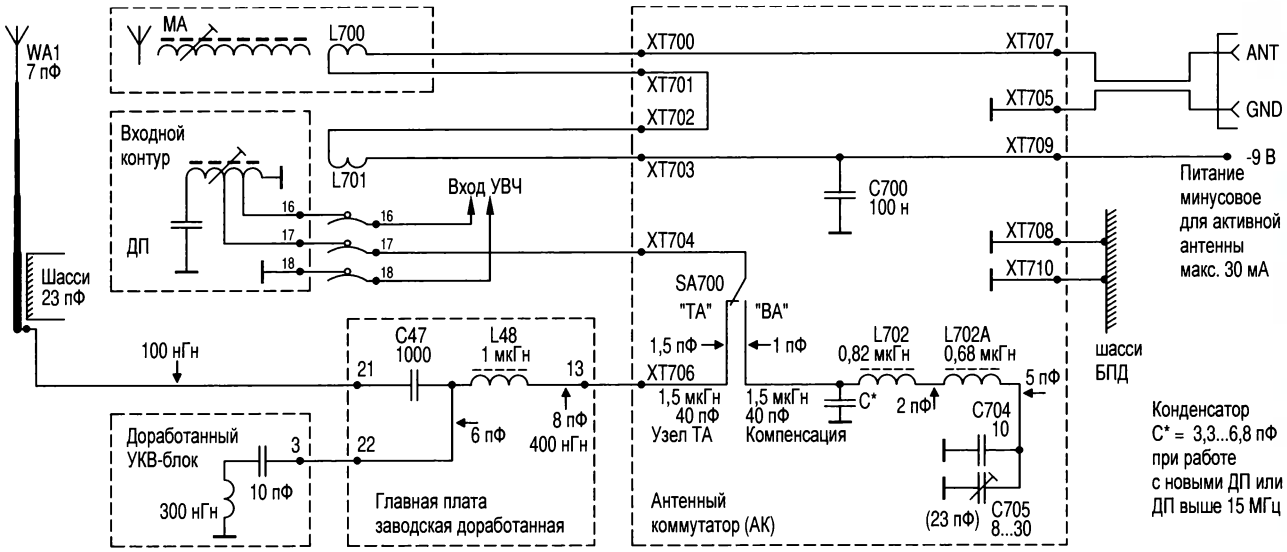
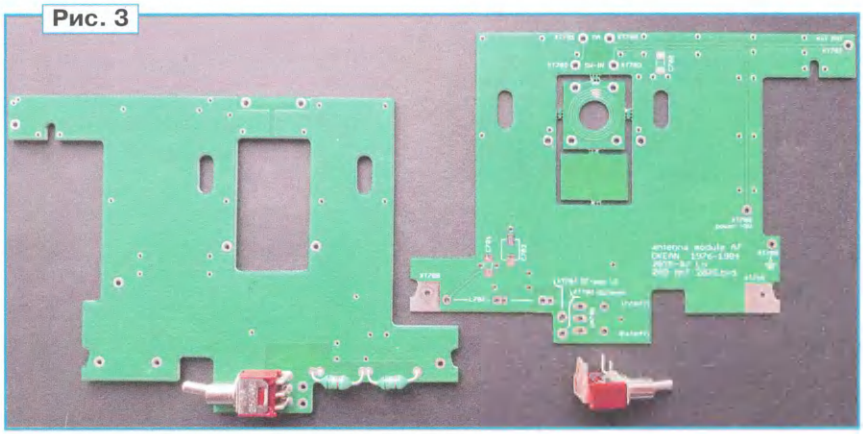


Рис. 2

1,5 мкГн (длинные провода). Эти реактивные составляющие сдвинут резонанс входного контура и входят в состав настроенного входного контура УВЧ. Поэтому выбрана компенсационная индуктивность L702 = 1,5 мкГн, и конденсатор C* должен иметь ёмкость около 39 пФ.

Катушка связи L700 (1 виток) размещается на МА расстоянием 1...2 см от СВ-обмотки. Катушка связи L701 расположена над входной КПИ на ДП. Для активных антенн и случайных проволочных антенн длиной 8...15 м она содержит 3...4 витка. Для работы от больших антенн лучше намотать 2 витка или подавать сигнал через внешний аттенюатор с затуханием 6...20 дБ (Z = 50/75 Ом).

С УКВ-блоком нового образца антенная проводка для ТА станет проще, антенный диплексер входит в состав УКВ-блока, и главная плата УВЧ-УПЧ меньше участвует в антенной разводке. На новых платах радиотракта предусмотрены заземлённые держатели для тонкого провода от УКВ-блока к входу УВЧ. Так как в новом антенном диплексере входная индуктивность около 1,3 мкГн, то до тумблера набирается общая индуктивность 1,7...1,8 мкГн, поэтому компенсационная катушка индуктивности L702 должна иметь такую же индуктивность. В более поздних версиях АК предусмотрены два посадочных места для катушки L702, и можно из двух стандартных дросселей (серия EC24) более точно подобрать компенсирующую индуктивность, это важно для диапазонов 19 метров и 16 метров. Конденсаторы к дросселям подбирают по резонансу на УКВ, как это сделано в диплексере УКВ-блока.



Если не предусматривается подключение активной антенны, вместо конденсатора C700 устанавливают проволочную перемычку и питающее напряжение не подают. Ещё один вариант — подавать питание на контакт XT709 через резистор сопротивлением несколько килоом для дистанционного переключения удалённого антенного коммутатора при включении приёмника.

На **рис. 3** показана печатная плата АК по версии 2025 г. (справа) для приёмника "Океан-209" (и подобных). Она содержит печатную катушку связи с входным контуром, которую в старой версии 2021 г. (слева) пришлось делать из толстого провода (см. рис. 1).

Печатную катушку нужно выломать из платы, установив немного ниже и с наклоном. Сигнальные провода держат эту катушку с одной стороны, а с другой стороны ещё предусмотрены два провода для регулировки её положения. На **рис. 4** показана

правильная позиция этой катушки относительно барабана переключателя диапазонов.

Катушка связи установлена с наклоном как можно ближе к КВ КПИ таким образом, чтобы не мешать КПИ при переключении диапазонов. Печатная катушка связи выполнена двухсторонней с совпадающей геометрией. Нужно выбрать число витков под ожидаемые ВА и с обеих сторон одинаково проводом диаметром 0,15...0,2 мм припаять нужный отвод. На **рис. 5** показано подключение четырёх витков.

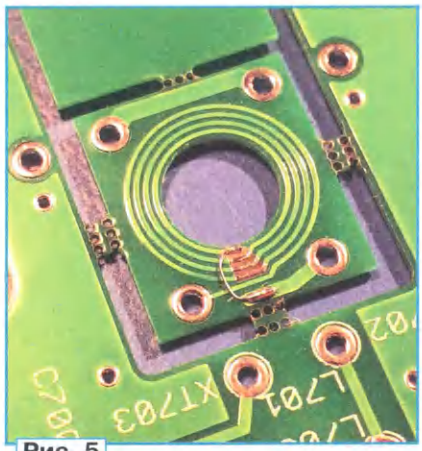


Рис. 5

относительно общего провода, в зависимости от конструкции и степени модернизации результат может быть в интервале 38...52 пФ. Потом подборкой конденсатора C* надо установить ту же ёмкость. Индуктивность узла ТА измеряется аналогично на частоте 10 кГц (лучше бы на частоте 100 кГц), при этом надо соединить ТА толстым проводом с шасси рядом. Индуктивность установленного компенсационного дросселя L702 должна примерно соответствовать результату этого измерения. Для диапазонов 19 метров и 16 метров надо стремиться к расхождению не более 5 %. Точная компенсация осуществляется на самом высокочастотном КВ-диапазоне настройкой конденсатора C705 при приёме от ВА. Следует вернуть частоту резонанса, которая до этого была при приёме с ТА. При использовании заводской главной платы вероятно, что с помощью дополнительного конденсатора C* = 3,3...6,8 пФ можно провести более точную настройку на частотах выше 13 МГц.

4. АК для приёмника "Океан-214"

АК для этого приёмника по итогам длительного процесса

Ёмкость проводников печатной платы хорошо соответствует распределённой ёмкости монтажа антенного узла (они указаны на схеме). Появился входной аттенюатор (R702—R704) на случай подключения большой ВА (но без активной ВА). Для постоянного приёма с большой ВА плавкую вставку FU1 не устанавливают, вместо конденсатора C700 устанавливают проволочную перемычку для надёжного заземления (или SMD перемычка типоразмера 1206). Аттенюатор должен предоставить импеданс 75 Ом со стороны катушек L700, L701 и импеданс 50...800 Ом (по обстоятельствам) со стороны ВА. Для работы с активной антенны или короткого провода входной аттенюатор не устанавливают (R703 = 0 — перемычка), и плавкая вставка FU1 (200 мА, медленная) сработает при коротком замыкании в тракте активной антенны. Печатная плата имеет надписи для всех элементов и подключений. На **рис. 7** показана версия 2025 г., которая содержит печатную катушку связи L701.

Монтаж этой катушки показан на **рис. 8**, её легко разместить в правильной позиции. Ранее проволочная катушка при этой процедуре легко деформировалась, и восстановить её форму было затруднительно.

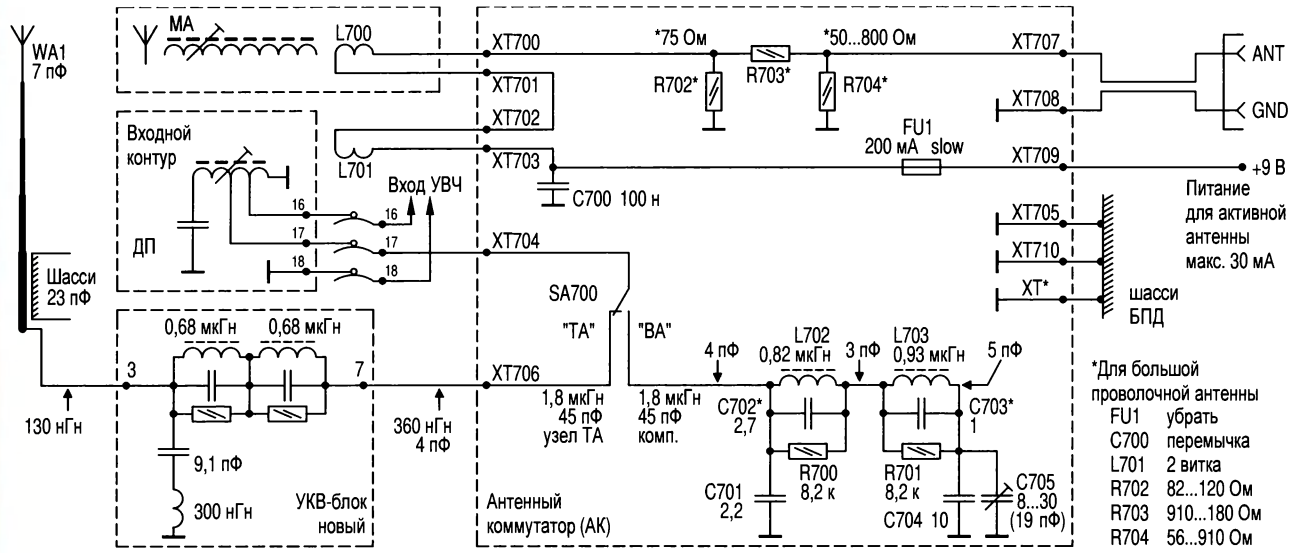


Рис. 6

3.1. Налаживание АК

Этот АК (см. рис. 2) легко наладить, если ранее у приёмника были налажены входные цепи по резонансу с сопряжением с гетеродином. После установки АК надо сначала измерить на частоте не менее 10 кГц ёмкость антенного узла с выдвинутой ТА

модернизации имеет несколько дополнений (**рис. 6**). Элементы грозозащиты принципиально нужно оставить за пределами приёмника.

Компенсационный узел более детализирован, что позволит сохранить точную настройку входного УВЧ-контура при работе с ВА вплоть до частоты 27 МГц.

К тому же такая плоская катушка при том же числе витков имеет большую индуктивность (около 220 нГн для четырёх витков), что выравнивает АЧХ на КВ и повышает эффективность случайных проволочных антенн. Также плоская катушка имеет меньшее поле рассеивания в сторону выходного контура УВЧ,

что доведёт подавление побочных сигналов до расчётного значения.

Крепление АК к шине заземления барабана предусмотрено в трёх точках, что существенно улучшает дальнюю селективность УВЧ. С нижней стороны платы монтируют компенсирующие катушки индуктивности, тумблер с уголковыми выводами и держатель предохранителя. Штатный антенный разъём и разъём общего провода приёмника "Океан-214" (и подобных) сделаны не очень качественными. Их хорошей заменой стали отечественные соединители с диаметром штырей 1,6 мм (**рис. 9**).

Сначала надо разогреть старые контакты паяльником и удалить их из пластмассы. Потом рассверлить отверстия до диаметра 5,8 мм, выдерживая центровку при сверлении. Новые гнёзда устанавливают с помощью клея для пластмасс. После отверждения клея припаивают провода к антенному модулю. Цвет гнёзд выбран таким, чтобы не перепутать подключение с приёмником "Океан-209", так как полярность напряжения питания активной антенны противоположная. Эти разъёмы более универсальны в полевых условиях.

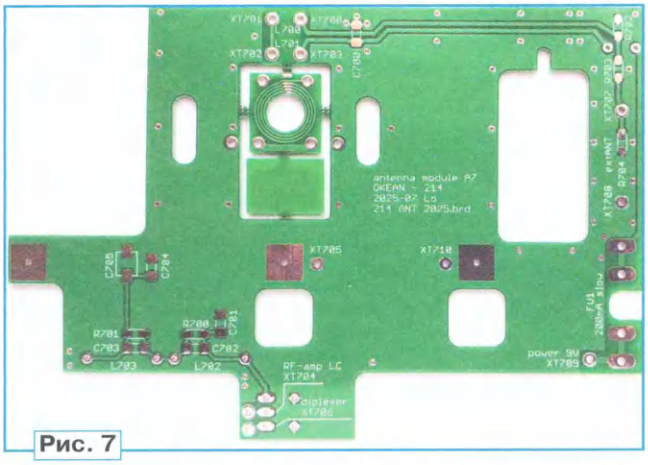


Рис. 7

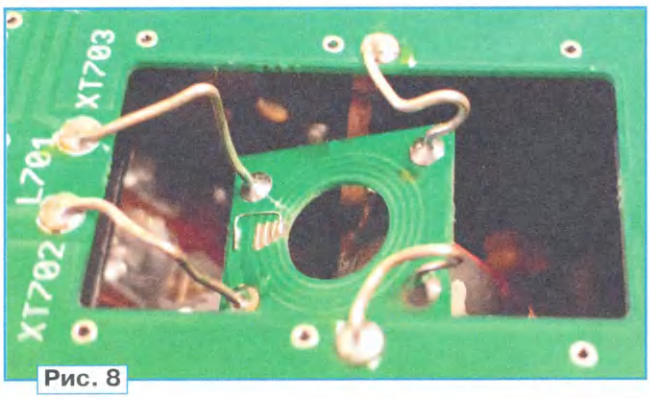


Рис. 8

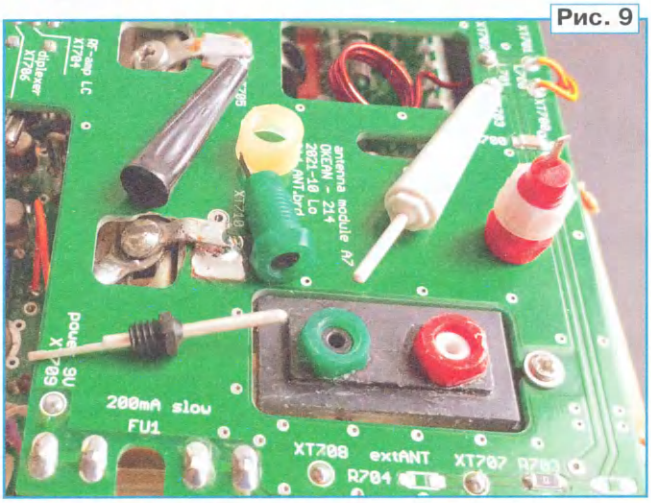


Рис. 9

4.1. Налаживание

Приёмник на всех диапазонах правильно должен быть настроен для приёма с встроенными антеннами — это важное исходное условие. Выключают питание приёмника или удаляют плавкую вставку FU1. Подключают изолированный провод к контакту XT706, прокладывают его до УКВ-блока, но к нему не подключают. Измеряют ёмкость этого провода, она может быть 3...5 пФ в зависимости от использованного провода. Если используется заводской УВЧ-УПЧ, ёмкость будет значительно больше. Устанавливают конденсатор C701 с таким номиналом, но, с учётом ёмкости разводки на плате АК (4 пФ) до катушки L702, может оказаться, что конденсатор C701 не нужен.

Измеряют ёмкость (на частоте 10 кГц) узла ТА от входа УКВ-блока с диплексером, но без того провода к XT706. При выдвинутой ТА это будет примерно 35...40 пФ. Такая же суммарная ёмкость должна быть у конденсаторов C704, C705 с учётом ёмкости печатного проводника (3+5 пФ). Припаивают провод от XT706 к УКВ-блоку.

Для измерения индуктивности антенного узла соединяют ТА на 5 см выше её крепления толстым проводом (оплётка от коаксиального кабеля) с шасси приёмника рядом и подключают RLC-метр у переключателя SA700 к антенному проводу и заземлению АК. Измеряют индуктивность, типичный результат — 1,7...1,8 (1,4...1,5) мкГн на частоте 10...100 кГц, если в антенном диплексере суммарно установлена катушка индуктивностью 1,3(1) мкГн. Подбирают компенсирующие катушки с такой же индуктивностью и устанавливают их. Дроссели серии EC24 имеют большой разброс параметров, и можно легко подобрать нужное нестандартное значение.

Устанавливают элементы C702, C703, R700 и R701, чтобы получилась примерно такая же АЧХ с провалом на УКВ, как в диплексере. Подключают выдвинутую ТА и на выводе SA700 измеряют (на частоте 10 кГц) полную ёмкость антенной системы, она должна быть 40...45 пФ, если ближе 1 м нет крупных металлоконструкций. Можно проверить ёмкость при задвинутой антенне, результат будет примерно на 7 пФ меньше. Переключатель SA700 переводят в другое положение и измеряют ёмкость антенного эквивалента. Нет смысла конденсатором C705 устанавливать точное равенство, на этом этапе нужно просто исключить грубое несоответствие.

Соединяют выход АК (XT704) коротким тонким проводом с контактом 16 БПД и проверяют работу приёмника. Если используются новые ДП с новой схемой подключения, этот провод подключают к контакту 18. Переключатель SA700 переводят в режим приёма от ТА. Всё должно работать, как ранее было настроено без АК. Переключатель SA700 устанавливают в положение работы с ВА и от измерительного генератора подают сигнал на антенный разъём. Если всё сделано правильно, входной УВЧ-контур останется на ранее настроенной частоте. Надо выбрать самый высокочастотный КВ-диапазон и на нём вернуть подстройкой конденсатора C705 наилучший приём. Проще это сделать на доработанных заводских ДП, так как у них на входе только один LC-контур, и настройка однозначная. Если установлены новые ДП с двухконтурным фильтром, без измерения АЧХ не обойтись.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

5. Доступ к антенному переключателю

Посадочное место для переключателя диапазонов достаточно универсальное, поэтому можно установить разные изделия. Переключение антенн не такое частое мероприятие, и можно вообще не предусмотреть внешний доступ к тумблеру. Спрятанный доступ предотвратит случайное переключение при бытовой суете. Но проще всего сделать вырез в задней панели, через который узким предметом (отвёртка, ручка, булавка) можно переключать антенну. Для этого надевают деревянный корпус и измеряют координаты рычага переключателя в крайних положениях, отмечают координаты на корпусе на куске скотча. Устанавливают заднюю панель и переносят эти координаты на неё. Затем фрезой диаметром 3 мм для металла при небольших оборотах делают вырез по примеру, показанному на **рис. 10**.

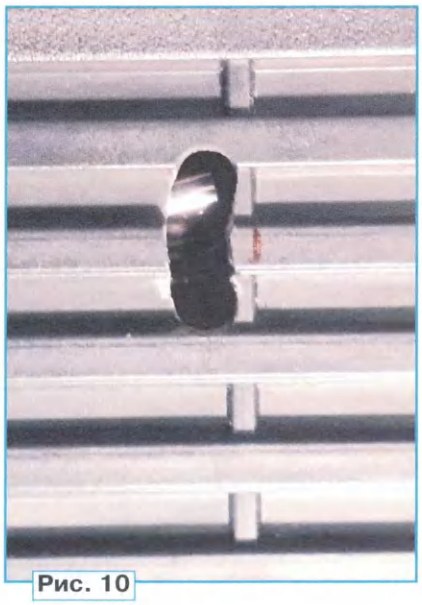


Рис. 10

В верхнем положении — приём от встроенных антенн. Как показала длительная разнообразная практика, более сложный переключатель для заземления ТА с двумя группами контактов не нужен, так как простым отключением обеспечивается достаточная развязка от ТА.

6. Собственный резонанс узла ТА

Реактивные составляющие узла ТА нужно учесть не только при коммутации, а также при составлении и настройке входного УВЧ-контура. Первые признаки влияния посторонних реактивных составляющих заметны ещё на частоте 9 МГц, а выше 13 МГц можно получить крайне неправильную настройку. В конструкции корпуса и шасси ТА установлена на одном краю, а входной резонансный контур УВЧ находится далеко от неё. Между ними ещё установлен антенный диплексер, поэтому образуются существенные конструктивные ёмкости и индуктивности, их конфигурация и примерные значения указаны на **рис. 11**, они зависят от конкретной конструкции и материалов.

В упрощённом понимании соединительная линия ТА (вместе с новым УКВ-блоком) имеет индуктивность около 1,8 мкГн и ёмкость около 45 пФ, которые образуют резонанс на частоте около 18,4 МГц с хорошей добротностью и чувствительностью по полю. В заводском варианте набирается индуктивность около 1,3 мкГн, а ёмкость чуть больше, проблемы те же, резонанс возникает примерно на частоте 20 МГц.

Такой резонансный узел нельзя просто так подключить к входному LC-контуру УВЧ, работающему в том же диапазоне, так как образуется АЧХ от двух сильно связанных резонансных контуров, с результатом, показанным на **рис. 12**. В программе симуляции входной контур УВЧ для приёма на частоте 15,5 МГц был составлен "по учебнику" из конденсатора ёмкостью 66 пФ и катушки индуктивности 1,6 мкГн. Подключение антенного узла основательно "погубило" АЧХ, что и наблюдается на практике. Экспортные варианты приёмников с диапазонами 16 метров и 19 метров были настроены неправильно и на этих диапазонах они могли бы работать намного лучше.

Вместо запланированного резонанса на частоте 15,5 МГц образовавшийся двухконтурный фильтр создаёт двугорбую АЧХ с максимумами на частотах 12,2 МГц и 21,5 МГц, причём с хорошим коэффициентом пере-

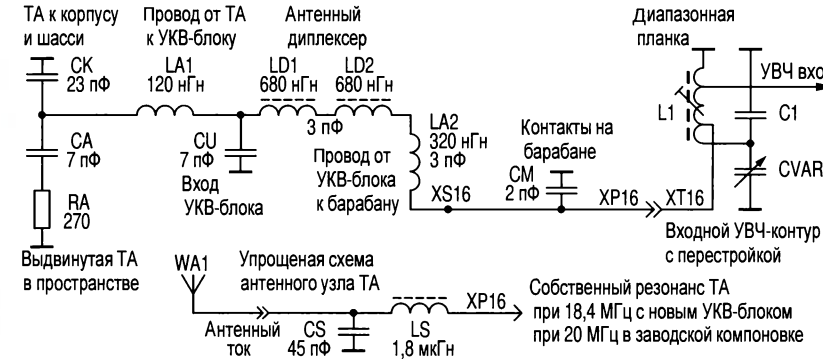


Рис. 11

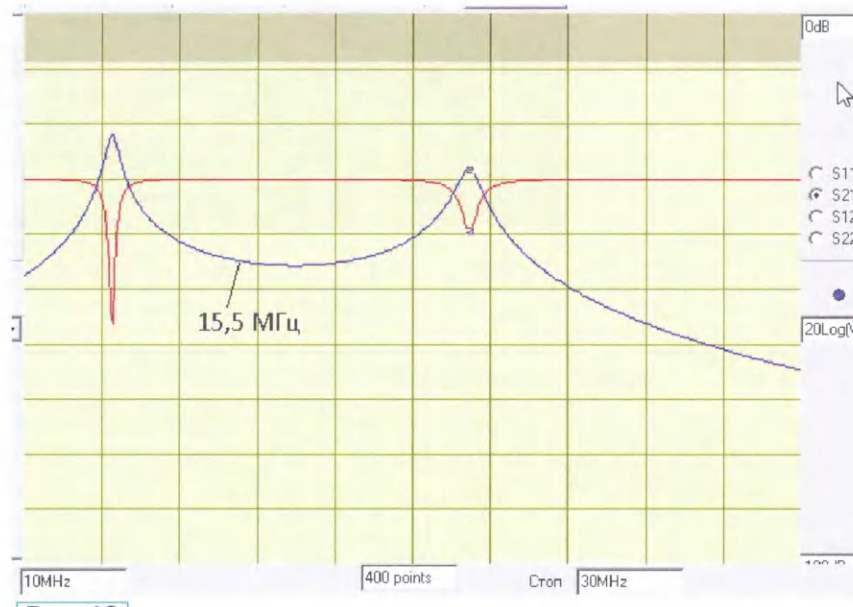


Рис. 12

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

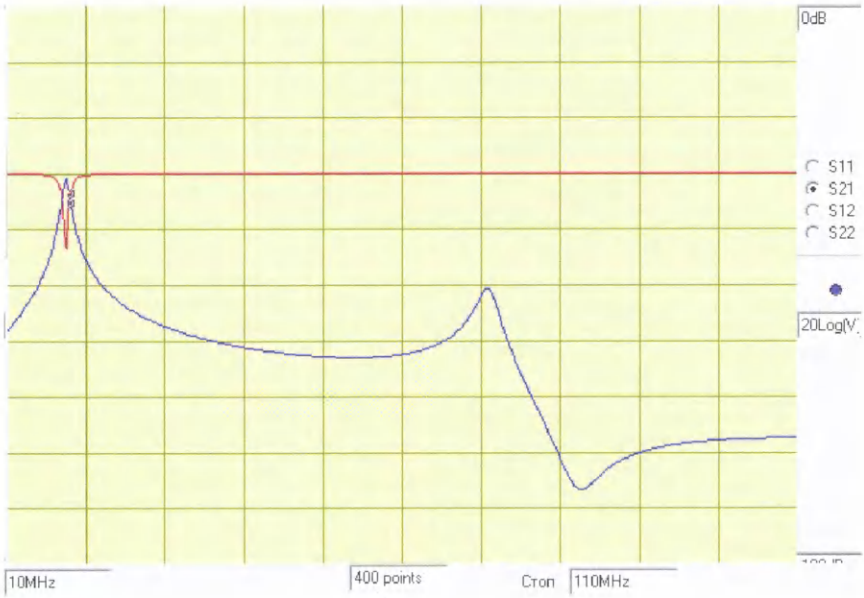


Рис. 13

дачи сигнала на этих частотах. А на запланированном диапазоне 19 метров оказался провал на 20 дБ. Кроме того, почти пологая АЧХ в диапазоне частот 14...16 МГц приведёт ещё к отсутствию во входном УВЧ-контуре эффективного подавления зеркального канала приёма. Даже удаление конденсатора из колебательного контура еле доводит нижний резонанс до частоты 15 МГц. В заводской компоновке антенного диплексера набирается полная индуктивность узла 1,3 мкГн, и на диапазоне 19 метров можно настроить резонанс для УВЧ с контурной ёмкостью 20 пФ (при 1,6 мкГн). Но для диапазона 16 метров с контурной индуктивностью 1,2 мкГн не удастся наладить входной контур в резонанс. УВЧ будет работать с широкой полосой и посредственной чувствительностью на 10...20 дБ ниже возможного значения. Приёмник вроде что-то ловит в соответствии с нормами для второго класса, но это никак не назвать качеством. На **рис. 13** показана АЧХ в полосе 100 МГц при полном отсутствии контурной ёмкости, и с таким раскладом приёмник более-менее правильно принимает диапазон 16 метров. Но на это сильно влияют монтажные ёмкости по всему антенному узлу.

Устранить этот недостаток можно двумя способами. Простой — ослабить связь двух входных контуров, что обеспечит хотя бы подавление зеркального канала приёма и общую селективность УВЧ. Но чувствительность останется той же пониженной, и при полном отсутствии местных помех приёмник "не добирается" до шума чистого КВ-эфира. Более сложный способ — использовать эту связь для обеспечения требуемых параметров. Можно перевести не только УВЧ-контур, но и ТА в полезный резонанс и связать эти два контура оптимально, с критической связью. Такой способ сочетает улучшенную селективность с полной чувствительностью, чего не было в экспортных вариантах этого семейства приёмников. Первый способ — это доработка заводских ДП, но об этом позже. Второй способ применяется в новых ДП КВ.

7. Проведение измерений в ДП и их налаживание

Несмотря на разнообразие схемных решений, измерения при налаживании ДП проводят по общей методике. Чтобы позже при описании ДП в отдельности не повторять одни и те же советы и указания, ниже описаны общие методы необходимых измерений, приведён общий справочный материал.

7.1. Катушки индуктивности

Если КПИ заранее настроить на требуемое значение индуктивности, число циклов процедуры настройки существенно сокращается. Современные бюджетные RLC-метры позволят на частоте 10 кГц измерить индуктивности с уверенной точностью не хуже 0,05 мкГн, и этого достаточно для всех КПИ для ДВ-СВ-КВ. Для предварительной настройки МА надо измерить её индуктивность при полном подключении к переключателю диапазонов. При этом должен быть некоторый запас смещения катушки в обе стороны для более тонкой настройки. Следует заранее приготовить нить или хомуты для фиксации катушки.

Вопросы изготовления качественных КПИ были ранее освещены при описании доработок заводских ДП, а также в [2, 3].

Так как число витков в обмотках зависит от конкретного изделия, на схемах часто указано процентное значение витков для отводов или обмоток связи, по умолчанию с отсчётом от холодного конца. При особой важности указано конкретное число витков. Поскольку бюджетный RLC-измеритель, как и мультиметр, уже можно считать обязательным прибором мастера ВЧ-техники, можно, наконец, решить проблему из прошлого века, когда на схемах даже не указывали значение индуктивности, а только число витков, как назло, для таких КПИ, которых нет в наличии для повторения. Поэтому на схемах указаны индуктивности как главный параметр. Рукастый радиолюбитель уже для своих КПИ может сделать таблицу, где указано, сколько витков нужно для конкретной индуктивности. Сделать это просто. Намотать, к примеру, N1 = 15 витков на КВ-КПИ и измерить полученную индуктивность при полном и малом погружении подстроечника. Получается некоторая средняя индуктивность, к примеру, L1 = 2 мкГн. Если требуется L2 = 3 мкГн, надо намотать $N2 = N1(L2/L1)^{1/2}$ витков, то есть 18...19 витков. Если намотать витки не на весь каркас, а только на его часть, получится завышенная индуктивность, что и отражено во многих эмпирических формулах. Ферритовые магнитопроводы типа "гантель" имеют для первого слоя значительно увеличенное значение удельной индуктивности, и поэтому пробную обмотку стоит сделать двухслойной. Поэтому КПИ с таким магнитопроводом по умолчанию начинают наматывать с обмотки связи и на неё наматывают контурную обмотку, желательно начиная от холодного конца. КПИ каркасного типа наматывают по умолчанию таким образом, чтобы при прокрутке подстроечника индуктивность обмотки связи изменялась незначительно.

7.2. Конденсаторы

На схемах и в таблицах указаны конденсаторы с нестандартными номиналами, и на платах часто предусмотрена установка двух, соединённых параллельно. Особенно на КВ нужно учесть ёмкость проводников на печатной плате, и в схемах и таблицах указаны не расчётные значения, а уменьшенные на 2...3 пФ для

практической подборки конденсаторов.

Не стоит приобретать дорогие прецизионные конденсаторы. При наличии RLC-метра будет даже проще из партии с разбросом 10 % выбрать экзотические значения, такие конденсаторы из керамики NP0 (CG0 и подобное) имеют такое же качество по абсолютной стабильности. Если не указано другое, применяют SMD-конденсаторы типоразмеров 1206 или 0805.

На ДП КВ в части гетеродина предусмотрена альтернативная установка трубчатых конденсаторов, которые нам достались в хорошем исполнении и качестве из заводских ДП и УПЧ. При грамотном подборе можно и с ними минимизировать температурный дрейф гетеродина, если приёмник планируется эксплуатировать на природе.

7.3. АЧХ входного УВЧ-фильтра с ТА и МА

Так как ТА и МА работают с выраженным острым резонансом, измерение антенного узла должно быть реализовано с достаточной развязкой от резонансного контура. УВЧ при этом используется как измерительный усилитель. Чтобы АРУ не мешала измерениям, нужно либо увеличить её инерционность, либо деактивировать. В новом радиотракте к интегрирующему конденсатору системы АРУ надо добавить ещё один, ёмкостью 100 мкФ. Тогда удобный по скорости период сканирования 20...80 мс не вызывает динамических выбросов в изображении. Можно просто деактивировать АРУ коротким замыканием на входе детектора АРУ, установив конденсатор ёмкостью более 10 нФ.

Мощный сигнал гетеродина также мешает измерениям, его деактивируют размещением полоски гладкой бумаги между соответствующими контактами переключателя диапазонов.

Для подачи сигнала на МА по её центру размещают один виток связи для подачи сигнала из источника 50 Ом или с использованием АК. При этом большой уровень сигнала не нужен, обычно достаточно нескольких милливольт (от источника сопротивлением 50 Ом).

Для настройки резонанса с ТА её нужно полностью выдвинуть, а на расстоянии 1 м от неё не должно быть крупных металлических конструкций параллельно ей и над ней, металлический стол не мешает и даже полезен. К измерительному генератору подключают проволочную антенну длиной 1 м и её располагают на расстоянии 1 м от ТА, также вертикально. Обычно выходного сигнала в сотни милливольт от генератора сопротивлением 50 Ом уже достаточно для налаживания. Оборудовать это всё надо удобно и устойчиво, так как эти измерения будут повторяться, и постоянство условий потом облегчит сравнения и выводы.

От подачи сигнала через эквивалент антенны (по ГОСТу или другим нормам) стоит отказаться, так как они могут существенно изменить условия резонанса, и при якобы правильном налаживании получается плохой радиоприём, печально, что в соответствии с ГОСТом. Проблема в том, что эти стандартизированные схемы антенного эквивалента не отражают монтажные особенности реальной конструкции и годны только для приёмников с крайне простой структурой входного узла, далеко от критических режимов.

При подаче пробного сканирующего сигнала на ТА или МА выходной сигнал снимается с выхода УВЧ. На многих ДП для этого предусмотрена контрольная точка на входе промежуточного фильтра (КТ9) на клемме 9 ДП. На ДП предусмотрено временное заземление выходного УВЧ-фильтра, и выход УВЧ станет широкополосным, и можно для измерения применить низкоомный щуп. Альтернативно, в коллекторной цепи УВЧ-транзистора на главной плате имеется демпфирующий резистор (33...220 Ом). Если за ним установить блокировку (33 нФ на клемме 9 на ДП), можно снять широкополосный сигнал с коллектора.

7.4. АЧХ стыковки УВЧ и смесителя

Эти измерения нужно выполнять при выключенном гетеродине и обеспечить правильную нагрузку со стороны смесителя (150...225...300 Ом). Во многих случаях этот узел можно наладить вне приёмника, так как во многих ДП не участвует трёхсекционный КПЕ. Вместо смесителя на клеммах 7 и 8 устанавливают нагрузку сопротивлением 220 Ом. Для узкополосных фильтров сигнал подают через включённый последовательно резистор сопротивлением не менее 10 кОм на входе этого фильтра. Для ДП КВ на частотах выше 9 МГц стоит ещё установить конденсатор ёмкостью 3...5 пФ к общему проводу, имитирующий ёмкость транзистора и разводки. Более широкие фильтры и ФНЧ имеют в схеме со стороны УВЧ терминирующий резистор, которым задаётся правильное согласование фильтра для образования расчётной формы АЧХ. Её налаживание проводится без этого резистора, а пробный сигнал (генератор сопротивлением 50 Ом) подают через последовательный резистор такого же сопротивления. После налаживания устанавливают этот резистор на плату.

При измерении с участием УВЧ его вход нужно отключить от входного фильтра с помощью полоски гладкой бумаги под контактом барабана и подавать сигнал на вход УПЧ через последовательный резистор сопротивлением 33...100 Ом, который надёжно предотвратит УКВ-генерацию. Для качественных измерений размах сигнала не должен превышать 20 мВ. Этот метод пригоден на частотах выше 10 МГц, чтобы не искривлять АЧХ фильтра от влияния цепи подачи сигнала и заодно учесть реальные свойства УВЧ. Можно даже проверить стабильность АЧХ при работе АРУ в УВЧ.

7.5. Измерение параметров гетеродина

Гетеродин штатно работает на низкоомную нагрузку сопротивлением около 150 Ом. Уменьшение сопротивления нагрузки увеличивает частоту генерации, улучшает подавление гармоник, но снижает стабильность и качество по фазовому шуму. Поэтому нужно наладить и измерить гетеродин всегда с подключённой нагрузкой штатного значения (150 Ом). Мощный сигнал (несколько вольт на коллекторе) позволит измерить частоту с помощью небольшой рамки. Даже щуп осциллографа (1:1) может быть такой рамкой, если его провод заземления в виде петли соединить с входом щупа.

Измерение спектра сигнала по гармоникам можно осуществить с помощью такой же рамки, несмотря на существенное искажение уровней, гармоники могут передаться намного эффективнее, чем основной сигнал. Однако это отразит тот самый нехороший процесс проникновения гармоник в приёмный тракт, и наладить базовый режим гетеродина стоит именно с помощью этого метода для правдоподобной оценки проблемной ситуации. Базовое налаживание режима генерации состоит в подборе элементов ПОС в цепи коллектора гетеродинного транзистора (резистор) и эмиттера (конденсатор). Генерация должна быть с уверенным запуском, солидной мощностью, гармоники подавлены более чем на 30 дБ по отдельности при измерении рамкой и наличии штатной нагрузки.

На многих ДП на клемме 5 предусмотрена контрольная точка КТ5 для измерения гетеродинного сигнала, поступающего на смеситель, надо применить

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

ВЧ-щупы 10:1 или даже 100:1. При штатной нагрузке образуется размах 1000...1600 мВ визуально чистого синуса. На диодном смесителе заметно подавление чётных гармоник из-за ограничительного действия диодов, пики синуса немного подавлены.

На новых ДП имеется дополнительный ФНЧ для гетеродинного сигнала. Он существенно улучшает подавление гармоник на смесителе, но не устраняет излучение гармоник от КПИ гетеродина. То есть, его установка не упростит и не отменит процедуру базового налаживания ПОС по гармоникам, которые измеряются с помощью рамки. Поскольку в возникновении генерации участвуют сигналы гармоник (импульсный толчок), их полное устранение приводит к срыву генерации. И тут выручает ФНЧ, он слабо нагружает гетеродин на гармониках, чем они полностью участвуют в ПОС, а основное колебание проходит на смеситель через ФНЧ. Поэтому при его наличии можно наладить сниженный уровень гармоник в самом гетеродине при качественной генерации, при этом и уровень их излучения станет ниже. Это свойство отражения гармоник ФНЧ обусловлено тем, что со стороны гетеродина он начинается с последовательной катушки индуктивности. Рекомендуется наладить гетеродин изначально при наличии ФНЧ и нагрузки.

7.6. Перекрытие по частоте — это классика

Если узкополосные ДП можно настроить одной прокруткой подстроечника КПИ по центру диапазона, то при более широком частотном перекрытии нужно в правильном порядке подстроить разные элементы или даже заменить неудачно выбранный конденсатор другим.

При доработке заводских ДП была приведена информация, какими конденсаторами в контуре можно повлиять на частотное покрытие. Эти советы пригодятся при налаживании собственных конструкций.

7.6.1. Диапазоны ДВ и СВ

В начале налаживания резонансных контуров надо настроить КПИ на расчётную индуктивность, а подстроечный конденсатор установить в среднее положение. Сначала настраивают гетеродин на нижнюю граничную частоту по шкале с помощью подстроечника гетеродинной КПИ. Потом надо перестроить гетеродин на высокочастотный край диапазона и подстроечным конденсатором установить требуемую максимальную частоту. Последовательным приближением это нужно повторить несколько раз. Следом настраивают контуры УВЧ на наилучший приём при настройке на +15 % выше нижней и −15 % ниже максимальной частоты диапазона с помощью такого же метода. К примеру, диапазон СВ с настройкой от 529 до 1607 кГц имеет перекрытие по частоте 1078 кГц, и, соответственно, частоты контроля будут 691 кГц и 1445 кГц. На нижней частоте это делают подстроечником КПИ (или смещением катушки на МА), а на верхней частоте — подстроечным конденсатором. Налаживание повторяют несколько раз до получения минимальной ошибки, что равноценно максимальному качеству приёма. Проверяют результат на краях диапазона и в центре на терпимое отклонение от наилучшей настройки на этих частотах.

7.6.2. Налаживание сложного фильтра в УВЧ

Однако классический метод может оказаться совсем не пригодным, особенно, когда в УВЧ имеется сложный многоконтурный фильтр, который не настроить простым признаком единственного максимума. Например, АЧХ двухконтурного фильтра при сверхкритической связи контуров имеет два максимума, поэтому настраивать такой фильтр нужно по малому провалу между максимумами. В этом случае нужно провести измерения АЧХ и сначала наладить фильтры УВЧ по всему диапазону, это предпочтительно сделать при выключенном гетеродине. Центр полосы пропускания фильтра должен быть на крайних частотах диапазона, без запаса, ровно в точку. Только после этого налаживают гетеродин, причём строго с учётом фактического значения ПЧ и настроенной АЧХ в УВЧ. От классики тут можно только заимствовать правило, что на нижних частотах подстраивают КПИ, а на высоких частотах — подстроечный конденсатор.

7.7. Перестановка контактов ДП

Важным моментом для комплектации новых ДП является их оснащение контактами. Этот процесс оказался более простым, чем изначально ожидалось, практически нет потерь при их переустановке со старых ДП. На новых ДП задействованы все 20 контактов, так как многократно дублируется заземление и МА выключается коротким замыканием на общий провод.

Для процедуры изъятия контактов старую ДП закрепляют в удобном положении с лёгким наклоном контактов вниз. Сначала нужно с помощью отсоса удалить с контактов ДП как можно больше припоя, лучше это получается с хорошим прогревом. Используют паяльник мощностью не менее 50 Вт при температуре 360...380 °С. В результате получается "сухая пайка" с минимальными остатками припоя, который легко разрывается. По опыту лучше работать классическим мощным паяльником без флюса, чтобы излишне не обновлять пайку.

В таком почти чистом состоянии контакты легко отделить от платы с помощью острых бокорезов или ножа. Если при этом отслаивается медный проводник, потом он легко отрывается или отпаивается. Посадочные скобки не нужно разгибать полностью, на новых ДП сделаны точно такие же отверстия, как на заводских ДП. Устанавливают очищенные контакты на новую ДП и придавливают гладкими плоскогубцами, каждый в отдельности. С какой стороны начинать, это зависит от инструмента и удобства. Заметную кривизну надо скорректировать до пайки. Припаивают все контакты в один заход, тоже под небольшим наклоном, чтобы скобы попадали одинаково в правильную позицию. Только после пайки их выравнивают окончательно, примерив в налаженном барабанном переключателе диапазонов. Во избежание их износа контакты должны ровно лечь на встречные контакты переключателя.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Лохни Х.** Радиоприёмники семейства "Океан" и Selena. Часть 5. Планки переключателя диапазонов. — Радио, 2023, № 10, с. 14—27.

2. **Лохни Х.** Электронные компоненты для доработки и обновления полупроводниковых радиоприёмников выпуска 1970—1990 гг. Часть 1. — Радио, 2024, № 11, с. 9—18.

3. **Лохни Х.** Электронные компоненты для доработки и обновления полупроводниковых радиоприёмников выпуска 1970—1990 гг. Часть 2. — Радио, 2024, № 12, с. 9—24.

От редакции. *Файлы для изготовления печатных плат АК находятся по адресу* ***http://ftp.radio.ru/pub/2026/01/dp-1.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

НОВОСТИ ВЕЩАНИЯ

Раздел ведёт В. ШЕПТУХИН (R5GF), г. Липецк

РОССИЯ

БАШКОРТОСТАН. С 1 ноября 2025 г. в Кумертау на частоте 100,2 МГц началось вещание радиостанции "Хит ФМ" (источник — URL: **https://onair.ru/main/enews/view_msg/NMID__93269/** (24.11.25)).

БЕЛГОРОДСКАЯ ОБЛ. Радиостанция "Радио Русь" начала вещание в Бирюче на частоте 99,5 МГц, заменив собой радиостанцию "Звезда" (источник — URL: **https://vk.com/wall-90495469_16522?w=wall-90495469_16522&ysclid=mibt89zshq405976048** (24.11.25)).

ВОЛГОГРАДСКАЯ ОБЛ. 24 октября 2025 г. филиал РТРС Волгоградский ОРТПЦ запустил трансляцию радиостанции "Новая Волна" на 11 объектах связи: в Урюпинске — на частоте 97,9 МГц, Михайловке — на частоте 97,4 МГц, Котельниково — на частоте 97,5 МГц, Калаче-на-Дону — на частоте 99,8 МГц, Жирновске — на частоте 90 МГц, Котово — на частоте 89,8 МГц, Суровикино — на частоте 97,8 МГц, Новоаннинском — на частоте 98,1 МГц, Палласовке — на частоте 98,9 МГц, Елани — на частоте 100,5 МГц и в Камышине — на частоте 89,4 МГц (источник — URL: **https://volgograd.rtrs.ru/tv/radioveshchanie/rtrs-nachal-fm-translyatsiyu-radiostantsii-novaya-volna-na-11-obektakh-svyazi-/?utm_referrer=https%3A%2F%2Fmoscow.rtrs.ru%2F** (24.11.25)).

С 30 октября 2025 г. филиал РТРС Волгоградский ОРТПЦ возобновил трансляцию радиостанции "Европа Плюс" на частоте 102,6 МГц в Урюпинске. Вещание осуществляется ежедневно с 07:00 до 23:00 по московскому времени (источник — URL: **https://volgograd.rtrs.ru/tv/radioveshchanie/rtrs-vozobnovil-fm-translyatsiyu-radiostantsii-evropa-plyus-v-uryupinske/** (24.11.25)).

ВОРОНЕЖСКАЯ ОБЛ. 1 ноября 2025 г. филиал РТРС "Воронежский ОРТПЦ" начал вещание православной радиостанции "Вера" в УКВ-диапазоне г. Воронежа на частоте 89,4 МГц. Мощность передатчика — 1 кВт (источник — URL: **https://voronezh.rtrs.ru/tv/radioveshchanie/rtrs-nachal-fm-translyatsiyu-radiostantsii-vera-v-voronezhe-/?utm_referrer=https%3A%2F%2Fmoscow.rtrs.ru%2F** (24.11.25)).

ДНР. В Мариуполе начались трансляции радиостанций "Радио Энерджи" (NRJ) — на частоте 103,2 МГц и Comedy Radio — на частоте 99,8 МГц (источник — URL: **https://vk.com/wall-134632126_60156?w=wall-134632126_60156&ysclid=mibtjp55hn726374677** (24.11.25)).

ЗАПОРОЖСКАЯ ОБЛ. С 1 ноября 2025 г. в Энергодаре начали вещание радиостанция "Комсомольская правда" (частота — 96,2 МГц) и радиостанция NRJ (частота — 89,7 МГц). В Токмаке православная радиостанция "Вера" сменила частоту вещания. Новая частота — 104,9 МГц. (источник — URL: **https://vk.com/wall-134632126_59772?w=wall-134632126_59772&ysclid=mibs76pd77170189834** (24.11.25)).

ИВАНОВСКАЯ ОБЛ. С 21 октября 2025 г. радиостанция "Новое радио" начала вещание в Вичуге на частоте 97,7 МГц (источник — URL: **https://vk.com/wall-197535681_5072?w=wall-19037431_3070&ysclid=mibpzj1sjr488234474** (24.11.25)).

ИРКУТСКАЯ ОБЛ. 2 ноября 2025 г. в Усть-Илимске на частоте 104,7 МГц начала вещание радиостанция "Маруся ФМ" (источник — URL: **https://vk.com/wall-90495469_16488?w=wall-90495469_16488&ysclid=mibsa9x1gc199258391** (24.11.25)).

КАЛИНИНГРАДСКАЯ ОБЛ. В Калининграде на частоте 89,6 МГц началось вещание радиостанции "Радио родных дорог" (источник — URL: **https://vk.com/wall-143202128_43077?w=wall-143202128_43077&ysclid=mibtn8fjd5692107703** (24.11.25)).

КРАСНОДАРСКИЙ КРАЙ. 31 октября 2025 г. в г. Армавире началось вещание радиостанции "Юмор ФМ". Частота вещания — 106 МГц (источник — URL: **https://www.gpmradio.ru/news-page/uid/45187** (24.11.25)).

В ноябре 2025 г. восстановлена трансляция радиостанции "Чистая волна" на частоте 1584 кГц (мощность передатчика — 30 Вт) (источник — URL: **https://t.me/radiogovor/4120?ysclid=mibsks3nn6941345772** (24.11.25)).

С 1 декабря 2025 г. в Краснодаре на частоте 99,4 МГц начала вещание новая радиостанция " Кубань". Проект принадлежит медиагруппе "Кубань 24". Новый канал позиционируется как информационно-музыкальная площадка для патриотически настроенных и социально активных слушателей края и юга России. В эфире только русскоязычная музыка, от классического рока и авторской песни до шансона и современных народных мотивов (источник — URL: **https://www.kuban.kp.ru/online/news/6680987/?ysclid=mibu07frds298347632** (24.11.25)).

ЛНР. Радиостанция "Дорожное радио" начала вещание в Лисичанске на частоте 102,2 МГц (источник — URL: **https://vk.com/wall-134632126_60021?w=wall-134632126_60021&ysclid=mibsgdapxj752715435** (24.11.25)).

МОСКВА С 12 ноября 2025 г. в столичном эфире началось вещание радиостанции "Маруся ФМ" на частоте 107 МГц (источник — URL: **https://top24.news/kultura/marusya-fm-teper-v-moskve/?ysclid=mibsooixw4529432072** (24.11.25)).

НИЖЕГОРОДСКАЯ ОБЛ. 1 ноября 2025 г. в Нижнем Новгороде на частоте 89,8 МГц началось вещание московской радиостанции "Юмор ФМ". Трансляция осуществляется с башни Нижегородского областного радиотелевизионного передающего центра с мощностью передатчика 1 кВт (источник — URL: **https://www.gpmradio.ru/news-page/uid/45237** (24.11.25)).

ПЕРМСКИЙ КРАЙ. С 23 октября 2025 г. в Перми на частоте 93,5 МГц началось вещание радиостанции "Орфей" (источник — URL: **https://orpheusradio.ru/news/news/106700/orfey-nachal-fm-veschanie-v-permi** (24.11.25)).

РОСТОВСКАЯ ОБЛ. В Ростове-на-Дону на частоте 92,8 МГц началось вещание радиостанции "Наше Радио" (источник — URL: **https://vk.com/wall-230365234_1556?w=wall-230365234_1556&ysclid=mibtvm8w9h646797899** (24.11.25)).

ТВЕРСКАЯ ОБЛ. В Твери прекратила своё вещание старейшая радиостанция города — "Пилот", которая вещала на частоте 102,7 МГц. Радиостанция вещание в Твери планирует возобновить в 2026 г. (источник — URL: **https://pilotradio.ru/#zona** (24.11.25)).

ХАНТЫ-МАНСИЙСКИЙ АО – ЮГРА. 21 октября 2025 г. к сети вещания "Радио Шансон" присоединился г. Лангепас. Частота вещания — 89,7 МГц (источник — URL: **https://onair.ru/main/enews/view_msg/NMID__93186/** (24.11.25)).

ЧЕЛЯБИНСКАЯ ОБЛ. Радиостанция "L радио" начала веща-

Примечание. *Время всюду — UTC. Время MSK = UTC + 3 ч.*

РАДИОПРИЁМ
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

ние в селе Чесма на частоте 100 МГц (источник — URL: **https://t.me/chelradiotv/1179?ysclid=mibqhjere3982389198** (24.11.25)).

"Радио Уфалея" с 6 ноября 2025 г. вернулось в эфир Верхнего Уфалея на частоте 102,2 МГц (источник — URL: **https://vk.com/wall-18520524_46081?w=wall-18520524_46081&ysclid=mibsyh5480591719091** (24.11.25)).

ЧЕЧНЯ. С 11 ноября 2025 г. вещание радиостанции "Радио Дача" стартовало в г. Грозном. Частота вещания — 87,7 МГц (источник — URL: **https://www.krutoymedia.ru/news/14470.htm** (24.11.25)).

ЯКУТИЯ (САХА). В якутском Среднеколымске закрылась единственная в трёхтысячном городе радиостанция "Колыма Плюс" (СМИ "Радио Колымы"). Компания-вещатель "ООО Колыма Плюс" ликвидирована 6 ноября 2025 г. Лицензия на вещание на частоте 103,4 МГц аннулирована 18 ноября 2025 г. (источник — URL: **https://vk.com/wall-19037431_3297?w=wall-57714744_15301&ysclid=mibtqzyr43964747686** (24.11.25)).

ЗАРУБЕЖНОЕ ВЕЩАНИЕ

АРГЕНТИНА. Согласно сообщениям, Warner Bros. Discovery и её глава в Латинской Америке г-н Маркос Брито достигли соглашения с держателем лицензии CNN RADIO ARGENTINA (AM 950 кГц), Argentinos Media SA, принадлежащей бизнесмену Марселю Гонсалесу, о прекращении вещания на частоте 950 кГц в результате глобальной реструктуризации CNN, которая планирует сократить число филиалов в Латинской Америке. CNN Radio продолжит вещание до 19 декабря 2025 г. из нынешних студий La Corte Producciones в районе Чакарита, а затем будет транслировать только музыкальные программы. Когда вещание возобновится в середине января 2026 г., станция снова будет называться RADIO BELGRANO и будет вещать из своих новых студий в WAM Entertainment Company SA, расположенных по адресу 1080 Pueyrredyn Avenue в этом городе. Эти изменения также знаменуют собой начало нового этапа развития для радиостанции (источник — URL: **https://mediumwave.info/2025/11/19/argentina-48/** (24.11.25)).

АФГАНИСТАН. В г. Герате в западной части Афганистана начало вещание радио Nawaye Zan — "Голос женщин". Это первая в регионе станция, созданная и управляемая исключительно женщинами. В команде более десяти журналисток, которые готовят программы о жизни, правах и повседневных вызовах афганок. Сейчас Nawaye Zan вещает только в пределах Герата, но команда надеется расширить зону покрытия и запустить онлайн-трансляцию. Радио остаётся одной из немногих доступных форм образования для женщин и девочек в Афганистане. Так, другая радиостанция, Radio Begum, проводит ежедневные шестичасовые уроки по школьным предметам и рассказывает о здоровье и духовных ценностях (источник — URL: **https://onair.ru/main/enews/view_msg/NMID__93297/** (24.11.25)).

БЕЛЬГИЯ. Фландрийское население активно использует цифровое радиовещание. Новые данные двухгодичного исследования, проводимого IPSOS по заказу министра СМИ Фландрии Сьелтье ван Ахтер, показывают, что Фландрия достигла переломного момента в прослушивании цифрового радио. К 2025 г. половина (54 %) слушателей будет использовать цифровые каналы (DAB+, Интернет или цифровое телевидение). Это больше, чем в 2023 г., когда этот показатель составлял 49 %. Более того, 30 % фламандских слушателей теперь слушают исключительно цифровое радио, по сравнению с 24 % два года назад. Это означает, что впервые больше фламандских слушателей слушают исключительно цифровое радио, чем исключительно классическое УКВ-радио. DAB+ — самая популярная форма прослушивания радиопередач, на которую приходится 32 % от общего объёма прослушивания (источник — URL: **https://www.satellifax.de/pda/mlesen.php?id=cd8166a7666103b0300f63991b7de038** (24.11.25)).

ДАНИЯ. Датская радиостанция Radio 100 добилась продления своей УКВ лицензии на восемь лет после конкурентного процесса, в котором участвовала конкурирующая заявка от шведской компании Mad Men Media. Решение было принято Советом по радио и телевидению Дании, входящим в состав Агентства культуры и дворцов. Компания Mad Men Media со штаб-квартирой в Мальмё (Швеция) управляет радиостанцией Retro FM на юге Швеции и запустила в начале этого года финскую общенациональную станцию Pop FM. Лицензия FM6 имеет сложную историю в Дании. Впервые она была выдана в 2003 г. компании Талпа Медиа, где Ресевер, родом из Канады, занимал пост директора Radio 100. Талпа вернул лицензию в 2009 г., после чего Ресевер продолжил управлять станцией самостоятельно на другой частоте. Компания SBS Broadcasting, ныне входящая в состав Bauer Media, приобрела вакантную лицензию FM6 в 2010 г. и запустила Pop FM, а два года спустя купила Radio 100 и восстановила его в сети FM6. Обновлённая лицензия FM6 вступает в силу 9 июля следующего года. Она включает частоты УКВ-диапазона в Копенгагене (100 МГц) и Раннерсе (Восточная Ютландия) (99,9 МГц), а также национальный слот DAB+ для коммерческого радиовещания (источник — URL: **https://www.redtech.pro/bauer-media-secures-renewal-of-denmarks-radio-100-license/** (24.11.25)).

ИНДИЯ. Развёртывание цифрового радио в Индии достигло важного рубежа. По состоянию на июль 2025 г. более 11,9 млн легковых автомобилей на дорогах уже были оснащены DRM-приёмниками. Консорциум цифрового радио прогнозирует, что к концу года эта цифра превысит 13 млн. Он утверждает, что каждый третий новый легковой автомобиль, проданный в Индии за последнее десятилетие, был оснащён заводскими DRM-приёмниками, что обеспечивает миллионам водителей доступ к цифровому вещанию, охватывающему более 900 млн человек по всей стране (источник — URL: **https://www.redtech.pro/drm-india-car-market-milestone/** (24.11.25)).

ИСПАНИЯ. Спустя 88 лет Radio Nacional de Espaca прекратит вещание на средних волнах, чтобы сосредоточиться на цифровом радио. RTVE (Испанская государственная телерадиокомпания) подтвердила, что вещание Radio Nacional и Radio 5 в диапазоне средних волн прекратится до 31 декабря 2025 г., завершая эпоху, начавшуюся в 1937 г. Таким образом, корпорация подтверждает свою приверженность цифровому радио в формате DAB+ — более современной технологии, чем УКВ, с более высоким качеством звука, более широким спектром контента и адаптированной к текущим потребностям граждан (источник — URL: **https://www.neeo.es/2025/11/18/rtve-anuncia-el-fin-de-las-emisiones-en-onda-media-y-refuerza-su-apuesta-por-la-radio-digital-en-dab/** (24.11.25)).

ЛЮКСЕМБУРГ. В Люксембурге начались первые тестовые вещания общенациональной сети передатчиков DAB+ на канале 7D. Вещание, использующее идентификатор TEST-LUX-NAT1, осуществляется с передатчика в Дюделанже мощностью 10 кВт. Ожидается, что вскоре к нему

подключатся передатчики в Жарден-Наполеоне (мощность — 2 кВт) и Хозингене (мощность — 2,5 кВт). В настоящее время к названию программы добавлен текст Test (источник — URL: **https://www.radioblog.eu/2025/11/06/luxemburg-tests-fuer-landesweites-dab-sendernetz/** (24.11.25)).

США. Радиостудия в Льюистоне (штат Айдахо), которая на протяжении почти 80 лет служила домом для радиостанции 1350 KRLC(AM), сгорела во время учений по борьбе с пожарами. Студия находилась на углу Тейнроуд и Стюарт-авеню в Льюистоне и до 2023 г. служила местом вещания на частотах 106,9 МГц KMOK(FM), 105,1 МГЦ KVTY(FM), а также студией и передающей вышкой для ныне молчащей станции KRLC, которая была самой старой станцией в районе Льюистона (источник — URL: **https://www.radioworld.com/news-and-business/longtime-idaho-radio-studio-burned-down-in-training-exercise** (24.11.25)).

Большая часть прослушивания радиостанций AM/FM в США попрежнему осуществляется с помощью радиоприёмников. Отчёт за второй квартал 2025 г. показывает, что даже несмотря на расширение потокового аудио на смартфонах, компьютерах, умных колонках и умных телевизорах, традиционный радиоприёмник остаётся ведущим устройством для прослушивания AM/FM среди населения США в возрасте от 13 лет и старше (источник — URL: **https://www.redtech.pro/edison-research-share-of-ear-device-trends-2025/** (24.11.25)).

ФРАНЦИЯ. Радиосектор Франции за последние 10 лет потерял 6,5 млн ежедневных слушателей. Численность населения Франции с 2015 г. по 2025 г. увеличилась на 3,3 млн человек, но за тот же период радиослушателей стало меньше на 6,5 миллионов. Согласно последним данным EAR (Официальный французский орган по измерению аудитории), радио привлекло 36,8 млн ежедневных слушателей в период с апреля по июнь 2025 г. В 2015 г. этот показатель составлял 43,3 млн. Совокупная ежедневная аудитория снизилась с 81,2 % до 65,1 % за десятилетие. Если 2015 г. ознаменовал собой конец аналоговой эпохи, то 2025 г. представляет собой гибридную картину, сформированную цифровым аудио и селективным прослушиванием (источник — URL: **https://www.redtech.pro/france-radio-daily-listeners-decline/** (24.11.25)).

Журналисты международной службы Radio France Internationale (RFI) в Париже объявили бессрочную забастовку, требуя восстановления штата и улучшения условий оплаты труда. Забастовка, организованная межпрофсоюзным комитетом CFDT, CFTC, CGT, FO и SNJ, вызвана сокращением штата и несправедливыми условиями оплаты командировок, особенно в зоны конфликтов. В настоящее время в международной службе работает от 12 до 15 сотрудников вместо прежних 16. Журналисты настаивают на восстановлении как минимум 16 штатных позиций, отмене сокращения выплат за командировки в опасные регионы и гарантии на отдых после возвращения (источник — URL: **https://dialectic.club/2025/11/19/zhurnalisty-mezhdunarodnoi-sluzhby-rfi-nachali-bessrochnuyu-zabastovku/** (24.11.25)).

Хорошего приёма и 73!

Шарманка-2025

И. МАМОНТОВ, г. Электросталь Московской обл.

В статье предложен усовершенствованный вариант инструмента, опубликованного в журнале "Радио" № 3, 4 за 2013 г.

Механическая музыка, рождающаяся при вращении ручки музыкального инструмента, всегда завораживала своей простотой и очарованием. Шарманка — не просто музыкальный инструмент, а настоящая машина времени, возвращающая нас в эпоху уличных музыкантов и ярмарочных представлений. За внешней простотой скрывается разнообразие конструкций и систем, каждая из которых имеет свои особенности и звучание. Используя в качестве источника звука колеблющиеся язычки или трубы, шарманка прошла долгий путь эволюции от классических моделей с вращающимся валиком, усеянным штифтами, до более современных решений с перфокартами и даже электронным управлением.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

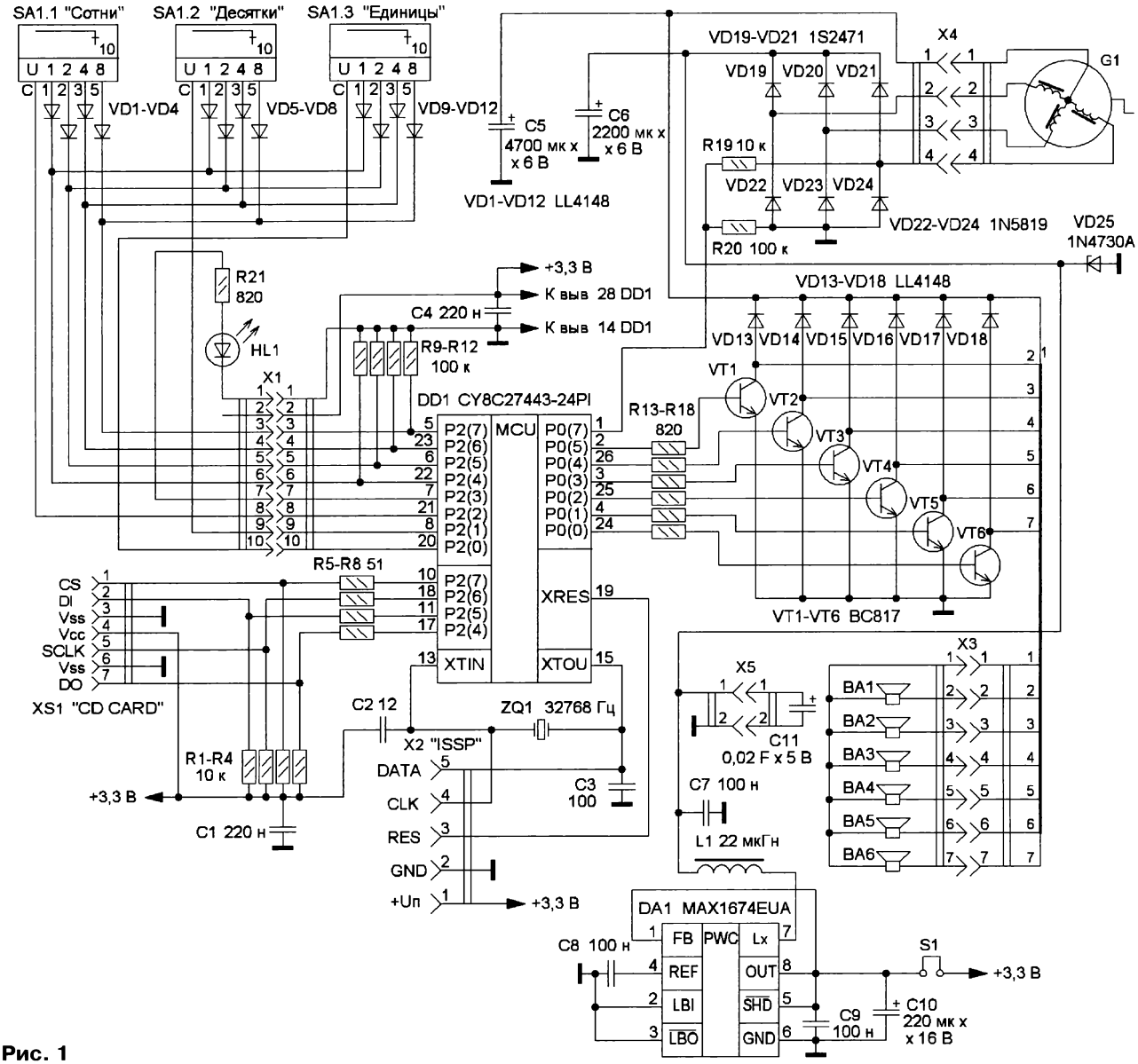


Рис. 1

В этом инструменте вместо труб использованы электромеханические излучатели (малогабаритные динамические головки), а мелодии хранятся в электронной SD-карте памяти. Воспроизведением нот "занимается" специальная микросхема, причём энергию устройство получает от вращения ручки электрогенератора, так же, как и его механические собратья. Если в обычной шарманке каждой ноте соответствует своя звучащая труба (или язычок), то здесь излучатели способны воспроизводить много нот, что сводит число излучателей до разумного минимума. Аналогичный подход можно встретить в электронных клавишных инструментах и компьютерных звуковых картах, где используется такое понятие, как полифония — число одновременно звучащих нот. В этом устройстве полифония составляет шесть нот и определяется аппаратными возможностями микроконтроллера (МК) серии CY8C27443. Применив старшие модели МК (например, серии CY8C29566) и доработав управляющую программу, полифонию можно расширить до 14 нот.

Недостатки инструмента [1], выявленные при эксплуатации, позволили продолжить его эволюционный путь. Был модернизирован узел вращения ручки, внесены полезные изменения в программу МК, а схема стала более простой. Новая схема инструмента показана на **рис. 1**. Отличия коснулись способа возбуждения излучателей BA1—BA6 и преобразователя напряжения. Узел с управляющими кнопками и канал связи с компьютером исключены.

Как и раньше, генерацией сигнала занимается МК DD1. Для этого у него задействованы шесть аппаратных блоков, сконфигурированных как генераторы прямоугольных сигналов. Выходы этих генераторов (линии P0(0)—P0(5)) управляют ключами, выполненными на биполярных транзисторах VT1—VT6. В коллекторные цепи транзисторов включены динамические головки BA1—BA6, напряжение на которые поступает от отдельного источника питания (речь о нём пойдёт далее). Для предотвращения коротких выбросов напря-

жения, возникающих при закрывании транзисторов (из-за наличия у динамических головок индуктивной составляющей сопротивления) и способных вывести их из строя, служат защитные диоды VD13—VD18. Большое допустимое коллекторное напряжение этих транзисторов и небольшая индуктивность динамических головок, возможно, и не потребовали бы установки диодов, но такое решение повышает надёжность устройства.

В предыдущей версии инструмента для раскачки динамических головок использован двухтактный каскад, требующий двух ключей и разделительного конденсатора большой ёмкости. Новый однотактный каскад проще, но толкает диффузоры головок только в одну сторону. Для генерации звука это непринципиально. Резисторы R13—R18 ограничивают базовые токи транзисторов, их сопротивления подбирают по максимуму сопротивления, при котором ключи открываются, т. е. транзисторы входят в насыщение. Например, при сопротивлении динамической головки 8 Ом и напряжении питания 2 В транзистор должен обеспечить коллекторный ток 0,25 А (без учёта падения напряжения на открытом транзисторе). При коэффициенте передачи тока $h_{21}\geq100$ ток базы должен быть 2,5 мА. На выходе МК напряжение будет не менее 3 В, ещё 0,6 В падает на переходе база-эмиттер транзистора. В итоге понадобится резистор сопротивлением (3–0,6)/0,0025 = 960 Ом. Один из ближайших номиналов — 910 Ом, а с запасом — 820 Ом. Меньшее сопротивление этих резисторов гарантированно откроют транзисторы, но приведут к росту выходного тока портов МК.

При таком расчёте можно сказать, что потребуется транзистор с $h_{21}\geq100$ и допустимым током коллектора не менее 0,25 А. Этим требованиям соответствует много современных типов транзисторов, но чем хорошо любительское конструирование, так это индивидуальным подходом. Элемент может обладать характеристиками, лучшими, чем заявлено в технической документации (в силу технологического разброса при производстве). Если мы располагаем транзисторами, у которых коэффициент передачи в два раза больше, сопротивление резисторов может быть в два раза больше, что уменьшит потребляемый ток. А для чего это надо, спросите вы? Дело в том, что инструмент получает энергию от вращения генератора, а значит, существует некий порог частоты вращения его ручки, ниже которого инструмент либо не запустится, либо перестанет работать. Этот порог как раз зависит от тока потребления. Шесть каналов управления ключами — это дополнительные 7,5 мА (средний ток канала при скважности, равной двум, составит 2,5/2 = 1,25 мА). Без них микроконтроллер потреблял бы ток около 8 мА. Карта памяти потребляет ещё 1...15 мА (зависит от объёма памяти и производителя).

Пусть простит меня продвинутый читатель, что я разъясняю такие подробности. Читая журнал "Радио", я всегда ценил статьи, где подробно расписывались аспекты электронного проектирования. Это делает путь в электронику для начинающего радиолюбителя менее тернистым.

Информацию о том, какой генератор, с какой частотой и в какой момент времени запустить, МК считывает из SD-карты. Обмен данными осуществляется по четырём линиям. По линии CS SD-карта активируется, причём делается это только на очень короткий промежуток времени (для загрузки очередной порции данных), а в основном линия находится в состоянии лог. 1. По линии SCLK МК подтверждает, что на линии DI установлен очередной бит данных, а во время приёма информации — готовность принять бит данных от карты. На этой линии присутствует тактовый сигнал, восемь перепадов которого соответствуют одному байту данных. При обмене данными МК всегда главный (Master), именно он инициирует операции и управляет тактовым сигналом. Сам протокол (какие команды и в какой последовательности надо посылать) довольно мудрёный, поэтому понятно желание программистов пользоваться готовыми библиотеками. Для семейства МК CY8C2xxxx такая библиотека имеется (SDCard User Module или "Модуль пользователя SD-карты", в терминологии среды разработки PSoC Designer), но она подключается только для МК с достаточным объёмом памяти, например для серии CY8C29xxx. При желании исходный код можно адаптировать для серии CY8C27xxx, удалив ненужные функции, но карты стандарта SDHC не поддерживаются, нет поддержки каталогов ("Папок") и длинных имён файлов, есть и другие ограничения. С появлением более поздних версий PSoC Designer (а позже и PsoC Creator) ситуация, возможно, и улучшилась, но у меня не было желания ставить на компьютер эти программы, ставшие очень тяжеловесными.

В итоге был написан собственный код, задача которого максимально упрощена: инициализировать SD-карту, определить её тип, проверить наличие файловой системы, найти каталог с именем Muzdata, найти в нём нужный файл, а затем короткими порциями (по 32 байта) считывать данные.

В предыдущей версии инструмента не было поддержки карт SDHC, а некоторые стандартные SD-карты вообще не читались. Исследование показало, что SD-карты малого объёма могли быть отформатированы с использованием файловой системы не FAT16, а FAT12, и нулевой сектор мог содержать не главную загрузочную запись носителя (MBR), а загрузочную запись раздела (PBR). Всё это определялось причудами операционной системы (ОС), где происходило форматирование карты. В результате круг рабочих носителей получался сильно ограниченным, и каждый раз приходилось гадать, почему воспроизведение отсутствует.

В новой версии введена звуковая диагностика гудками по типу того, как это сделано в компьютерах:

— один гудок означает, что SD-карта отвечает, но её тип не определился (инициализация не проходит до конца);

— два гудка — SD-карта успешно определилась, но отсутствует файловая система FAT16;

— три гудка — отсутствует папка Muzdata;

— четыре гудка — отсутствует файл с указанным именем (номером);

— пять гудков — при чтении файла возникла ошибка (не читаются некоторые сектора).

Если SD-карта не отвечает, считается, что её нет, и воспроизведение мелодии происходит из набора треков, загруженных во FLASH память МК.

Новый алгоритм поддерживает карты MMC и SD стандарта v1.0 объёмом до 2 ГБ, карты SD стандарта v2.0 объёмом до 2 ГБ и карты SDHC стандарта v2.0 объёмом более 2 ГБ. В нулевом секторе может быть записана как MBR, так и PBR, но файловая система должна быть обязательно FAT16. Длинные имена также поддерживаются, но с особенностью — обращение производится к их коротким версиям, которые "незримо" присутствуют в каталоге (в ОС типа DOS всё наоборот — система видит только короткие имена). Все файлы должны начинаться с трёх цифр (сочетание от 000 до 999) и быть записаны в папку с именем Muzdata, находящуюся в корневом каталоге карты. Прочая информация, записанная на ней, работе не мешает.

Из всех разновидностей файловых систем типа FAT у носителей большого объёма может быть установлена только FAT32.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Чтобы установить FAT16, нужно какой-нибудь утилитой (я делал это вручную с помощью редактора диска) создать на носителе несколько разделов, первый из которых должен иметь объём менее 4 ГБ (его и отформатировать должным образом). При таком делении не все ОС "увидят" последующие разделы.

Для карт малого объёма также кроется "засада" — ОС отформатирует их как FAT12. Выход в этом случае тоже есть. Например, из командной строки Windows можно запустить утилиту format.com со следующими параметрами **format *ДИСК***: ***/FS:FAT /Q /A:1024***, где вместо слова ДИСК надо подставить букву, соответствующую вашей карте памяти (только убедитесь, что это именно она, поскольку все данные на выбранном носителе будут уничтожены!). Параметр ***/A:1024*** принудительно задаёт размер кластера 1024 байт (можно попробовать и ещё меньшее значение — 512 байт), это настолько увеличивает число кластеров на диске, что использование FAT12 становится невозможным. Но и к малым значениям стремиться не следует, поскольку во время чтения данных система периодически (как только очередной кластер будет прочитан) отвлекается от этого полезного процесса и обращается к области, где хранится информация о размещении кластеров. С этим могут быть связаны возможные паузы в работе, для предотвращения которых предусмотрен буфер данных длиной 32 байта. Этот буфер — точка объединения двух независимых потоков, запущенных на МК. Код одного расположен в файле ***Synth.asm***, код другого — в файле ***Sdcard.asm***. Первый берёт байты из буфера и интерпретирует их как команды включения нот (это синтезаторная часть). Второй поток осуществляет чтение данных с SD-карты и следит, чтобы этот буфер не опустошался (подгружает в него новые данные). Такой механизм (очередь) очень распространён для организации обмена данных между частями программы, работающими с разной, да ещё и непостоянной скоростью.

При выборе SD-карты предпочтение следует отдавать носителям малой ёмкости, поскольку энергопотребление у них, как правило, меньше (потребляемый ток до 1 мА). Хотя есть и исключения, например, старая SD-карта объёмом 16 Мб фирмы Canon потребляла ток 20 мА, и в связи с этим работа на малых оборотах ручки электрогенератора была чревата сбросами на начало трека.

Вернёмся к схеме. Резисторы R1—R4 подтягивают уровни линий SD-карты к напряжению питания. В целом, для текущих условий работы они не нужны, но их установка — признак хорошего тона. Мало ли по каким причинам и в каком состоянии контроллер (или карта памяти) может зависнуть? Тогда подтягивающие резисторы создадут условия, при которых команды на запись или стирание информации случайно не сгенерируются. А если на разных концах линии окажутся выходы с разными логическими уровнями, резисторы R5—R8 помогут ограничить ток. Эти резисторы нужны также и в случае, когда SD-карта и МК запитаны от источников питания с разными напряжениями, например, при отладке с использованием пятивольтового программатора.

Переключатели SA1.1—SA1.3 (сотни, десятки и единицы) задают номер мелодии, которая будет воспроизводиться. Их положение опрашивается МК поочерёдно — с помощью выставления лог. 1 на линиях порта P2(0), P2(1) и P2(2). Код в формате 1-2-4-8, соответствующий текущему положению переключателей, поступает на линии P2(4)—P2(7) МК. Диоды VD1—VD12 исключают влияние переключателей друг на друга. Такое включение — обычный приём, позволяющий сократить число линий опроса. Диоды смонтированы прямо на выводах переключателей, а сам узел управления соединён с платой плоским кабелем через разъём X1. Резисторы R9—R12 подтягивают уровни к лог. 0, поскольку переключатели и диоды могут устанавливать линии только в лог. 1 или "плавающее" состояние. Линия P2(3) используется для включения светодиода HL1, который сигнализирует об исправном старте МК, но может быть задействована и для сканирования дополнительного узла кнопок, показанного на **рис. 2**. Этот узел исключён из новой версии инструмента, но его поддержка оставлена в программном обеспечении. Кнопка SB4 устанавливает выбранный трек на начало, SB2 и SB3 осуществляют переход к следующему или предыдущему треку, а SB1 инициирует проигрывание без вращения ручки (для этого на МК и излучатели надо подать питание).

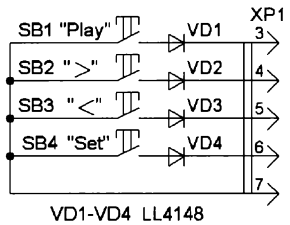


Рис. 2

Если карта памяти отсутствует, выбранный трек проигрывается из FLASH памяти МК. Поскольку их там помещается немного (не более десяти), задействована только младшая цифра переключателя. Треки с номерами 0—2 — демонстрационные, 3—9 — тестовые. Назначение треков можно посмотреть в шапке файлов ***track0.inc*—*track9.inc***.

Основной переделке подвергся узел вращения ручки и связанные с ним цепи питания. Опыт эксплуатации предыдущей версии инструмента показал, что при вращении ручки появляется неприятный гул. Как выяснилось, его создают не столько шестерни редуктора, сколько шаговый двигатель, выступающий в роли электрического генератора. Из-за сложного характера взаимодействия магнитных систем ротора и статора вал вращается неоднородно, рывками. Эти вибрации передаются на корпус, а использование резиновых амортизаторов решает проблему не до конца.

Чтобы устранить гул, потребовалось сменить всю конструкцию электрогенератора. Во-первых, было решено отказаться от шестерёнок и применить ремённую передачу (резиновый пассик). Она и работает тише, и не требует соблюдения высокой точности расстояния между валами. Во-вторых, генератор заменён более тихим. В качестве пробы был взят бесколлекторный двигатель шпинделя от того 5-дюймового дисковода, с которого ранее был снят шаговый двигатель. Результат получился вполне удовлетворительный.

Исследование этого двигателя показало следующую картину. Имеются три неподвижные обмотки, соединённые звездой и распределённые по 24 полюсам так, чтобы при смене тока увлекать своим магнитным полем кольцевой магнит (восемь пар полюсов), прикрепленный к вращающейся тарелке (**рис. 3**). Распределением тока занимается специальная микросхема, следящая за сигналами от магнитных датчиков (сами датчики расположены под полюсами, где нет обмоток) и пытающаяся стабилизировать частоту вращения тарелки. Сопротивление каждой из обмоток в моём случае оказалось около 5,5 Ом (11 Ом между любыми двумя выводами звезды), и при частоте вращения около восьми оборотов в секунду амплитуда генерируемого напряжения доходила до 3 В. Этого вполне хватит для питания силовой части (излучателей), а вот для питания МК (с учётом меньшего числа оборотов и потерь

напряжения на сопротивлениях обмоток) будет недостаточно. Поэтому потребовался маломощный повышающий преобразователь напряжения (Step-up converter).

Казалось бы, можно воспользоваться узлом, встроенным в применённый МК. Он называется SMP (Switch Mode Pump) и требует минимума внешних элементов [2]. Однако его нагрузочная способность не так велика, он может обеспечить выходной ток до 30 мА (ток МК — 10 мА плюс ток SD-карты 20 мА как худший случай) только от напряжения 2 В и выше (см. графики в [2]).

Поэтому в качестве преобразователя пришлось взять отдельную микросхему. Мой выбор пал на MAX1674EUA, которая при требуемом токе запускалась при напряжении питания 1,2 В и обеспечивала высокую эффективность преобразования (КПД не менее 92 %). Не исключено применение и других аналогичных микросхем, а также готовых модулей преобразователей напряжения.

Схема нового узла питания показана на рис. 1. Электрогенератор подключается к разъёму X4. Обратите внимание, что средняя точка обмоток, которая раньше штатно "висела в воздухе", выведена отдельным проводом. Соединение обмоток звездой и использование трёхфазного выпрямителя на диодах VD19—VD24 позволило немного поднять генерируемое напряжение (по сравнению с одиночной обмоткой). Это напряжение поступает на преобразователь, выполненный на микросхеме DA1. Для питания силовой части (динамические головки BA1—BA6) используется отвод от средней точки, здесь действует меньшее напряжение, но можно снять больший ток. Такое включение разгружает генератор и уменьшает число p-n переходов на пути тока к динамическим головкам. И хотя однополупериодное выпрямление, которое здесь ис-пользуется, даёт больший уровень пульсаций, это компенсируется увеличенной ёмкостью конденсатора C5.

Микросхема MAX1674EUA включена по типовой схеме, а рекомендуемый диод между выводами 7 и 8 не установлен. Этот диод позволяет микросхеме стартовать от немного меньшего напряжения (был опробован и такой вариант), но связанный с этим более низкий запас энергии в конденсаторе C6 делает старт инструмента менее устойчивым, поэтому вращение ручки приходится начинать рывком. Увеличить надёжность старта позволяет конденсатор большой ёмкости C11, подключённый к разъёму X5. Ёмкости 20000 мкФ (два параллельно соединённых конденсатора по 10000 мкФ) оказывается достаточно даже для того, чтобы остановить вращение ручки на несколько секунд и потом продолжить воспроизведение с места останова (если ждать дольше, конденсатор C11 разрядится и МК сбросится на начало трека). При подключении балластного аккумулятора вращение ручки можно остановить на любое время, но чтобы сбросить трек на начало, потребуется кратковременно отключать питание и дожидаться погасания светодиода HL1 (раньше это делала кнопка Set). В новой версии алгоритм работы изменён так, что теперь можно просто остановить вращение генератора и сменить номер трека (либо сменить и вернуться к первоначальному номеру).

Стабилитрон VD25 установлен для того, чтобы защитить узлы от перенапряжений, возникающих при очень интенсивном вращении ручки. В основном, защита нужна для SD-карты памяти, а МК допускает питание до 5 В. В качестве токоограничивающего резистора используется внутреннее сопротивление обмоток электрогенератора. Напряжение на конденсаторе C6 при умеренном вращении ручки электрогенератора (около одного оборота в секунду) колеблется в интервале 2...2,5 В, изредка повышаясь до 3 В (при уменьшении числа одновременно звучащих головок). Более надёжным является вариант установки дополнительного стабилизатора напряжения с функцией LDO (Low Dropout, допускающего небольшой перепад напряжений между входом и выходом). Такой стабилизатор не пропускает повышенное напряжение, а при малом напряжении ведёт себя как низкоомный резистор со входа на выход. Вариант подключения микросхем LT1761ES5-3.3 и AP2112-3.3 показан на **рис. 4**. Стабилитрон VD25 при этом может быть выбран на напряжение 4,7 В или 5,1 В, что уменьшит протекающий через него ток (это тоже влияет на общее энергопотребление!). Для микросхемы стабилизатора на плате предусмотрено место, но потребуется перерезать печатный проводник и установить дополнительную перемычку.

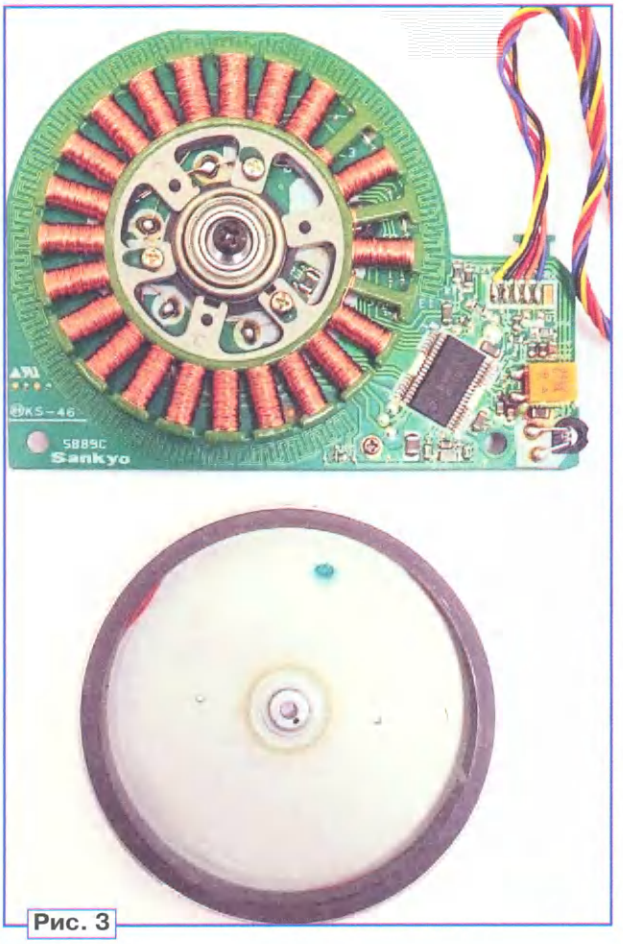


Рис. 3

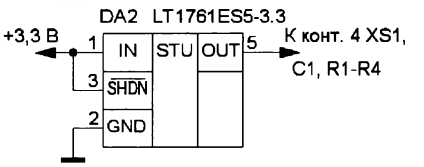


Рис. 4

Через токоограничивающий резистор R19 от электрогенератора на МК поступают импульсы, задающие темп исполнения мелодии. С новым электрогенератором (другое передаточное соотношение редуктора, другое число полюсов) поменялась частота импульсов, поэтому в программе сделаны соответствующие изменения. Попутно внесены изменения в отработку команды "Установка темпа", чтобы она работала не только при воспроизведении от кнопки Play, но и при вращении от ручки. Теперь при подготовке музыкального материала не нужна дополнительная операция по корректировке времени включения нот

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

(чтобы у всех песен выровнять скорость вращения ручки — около 1 оборота в секунду).

Кварцевый резонатор ZQ1 задаёт частоту низкочастотного генератора (32768 Гц), от которого синхронизируется основной генератор тактовой частоты МК (24 МГц) Этот кварцевый генератор в МК очень восприимчив к внешним и внутренним шумам (так спроектирован), что плохо сказывается на работе петли синхронизации. Поэтому фирма выпустила множество рекомендаций по улучшению его работы, одна из которых — использование так называемого небалансного способа включения резонатора. Для этого ёмкость конденсатора C3 должна быть больше ёмкости конденсатора C2, что приводит к увеличению амплитуды сигнала на выходе генератора.

После подачи напряжения питания кварцевому генератору требуется некоторое время (около 1 с), чтобы резонатор "раскачался" и генератор смог стать полноценным источником тактовых сигналов. Код инициализации МК, который автоматически вставляется в проект, написан так, что ожидает завершения этого процесса. В результате программа стартует с некоторой задержкой. Чтобы получить мгновенный старт, был использован следующий трюк: в среде разработки PSoC Designer задаётся конфигурация МК без использования кварцевого генератора (при этом основной генератор работает с погрешностью 5 %), после передачи управления на метку **_main** генератор включается, а по истечении 1 с (в это время происходит поиск требуемого файла и начало воспроизведения) программа включает петлю синхронизации, в результате чего частота основного генератора подтягивается к точному значению 32768×732 = = 23986176 Гц (т. е. без малого 24 МГц). Внешне это выглядит как едва уловимое изменение тональности мелодии после начала вращения ручки (подачи питания на МК).

Цифровой блок МК, отвечавший ранее за связь с компьютером, в новой версии сконфигурирован как делитель частоты на восемь. При этом освободился ещё один ресурс — источник частоты VC3, определявший скорость обмена, а теперь запрограммированный как дополнительный делитель на 16. Эти два новых тактовых сигнала позволили расширить диапазон воспроизводимых нот на две октавы (было решено расширить на одну октаву вниз и одну — вверх). Как и раньше, задание октавы производится выбором источника тактового сигнала у блоков, отвечающих за генерацию звука.

Текст программы снабжён массой комментариев. Это сделано не столько для человека, пытающегося в ней разобраться, сколько для себя самого, чтобы по прошествии некоторого времени вспомнить логику её работы. Иногда (увы!) обнаруживаются "косяки", требующие исправления, либо просто возникает желание что-то улучшить. Опыт написания кода показал, что рациональнее всего это делать небольшими "наскоками", сохраняя все предыдущие варианты проекта. Тогда в случае неудачи можно легко вернуться к предыдущей работоспособной версии (так сказать, начать с чистого листа).

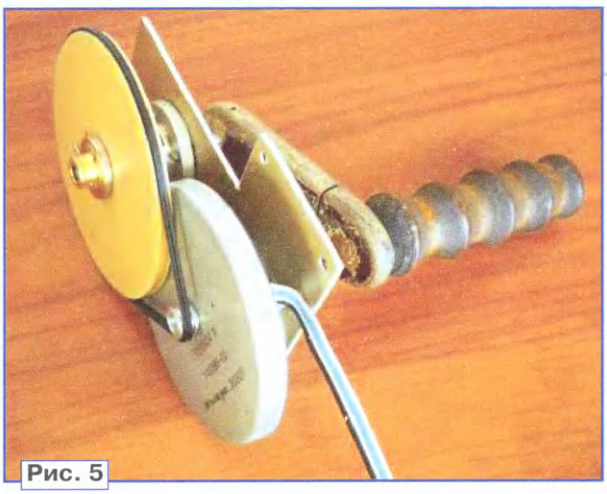


Рис. 5

Обычно в процессе отладки к плате постоянно подключён программатор, чтобы оперативно вносить изменения и смотреть на результат. Для соединения с ним использован пятижильный кабель, подключаемый к разъёму X2. К сожалению, для программирования МК серии CY8C2xxxx используются те же выводы, что и для подключения кварцевого резонатора. Поэтому нормальный запуск устройства с подсоединённым программатором становится невозможен: либо кварцевый генератор будет работать не на той частоте, либо вообще не запустится. Выход в этой ситуации есть — надо временно закомментировать строки кода, включающие кварцевый генератор и синхронизацию, и тогда источником тактовых сигналов станут свободно работающие внутренние генераторы на 32768 Гц и 24 МГц (на период отладки придётся смириться с их низкой точностью). Главное — не забыть раскомментировать эти строки для финальной версии!

Программатор может быть выполнен на основе платы CH341A Mini Programmer, которую можно недорого приобрести на AliExpress. Описание программатора находится на странице [3], оттуда же можно скачать и приложение-прошивальщик. Учтите, что при работе с программатором существует одна тонкость: МК серии CY8C2xxxx допускают программирование (кстати, и работу тоже) при напряжении питания как 3,3 В, так и 5 В, а на карту памяти подавать последнее рискованно! Если на плате не установлен дополнительный стабилизатор 3,3 В (см. всё, относящееся к рис. 4), то при использовании напряжения 5 В карту нужно обязательно вынимать! Также потребуется отсоединять преобразователь напряжения (снимать перемычку S1).

Общая конструкция инструмента осталась без изменений: это деревянный ящик с изолированными камерами, в которые устанавливаются динамические головки. У небольших головок частота собственного резонанса довольно высокая, поэтому все частоты ниже неё они плохо воспроизводят. Камеры маленького объёма только усугубляют ситуацию, поскольку резонансная частота возрастает. Чтобы повысить отдачу на низких частотах, нужно сделать отверстия в передних стенках камер и вклеить в них отрезки труб. В итоге получится резонатор по типу фазоинвертора (резонатор Гельмгольца). О том, как рассчитывается такая система, неоднократно рассказывалось на страницах журнала. В моём инструменте объём каждой камеры составляет около 0,4 л, а трубки имеют диаметр 25 мм и длину 85 мм. Динамические головки — от системных блоков компьютеров (сопротивлением 8 Ом). На том же AliExpress можно купить более качественные головки с резиновым подвесом.

Ширина ящика инструмента — 430 мм, высота — 300 мм, глубина — 220 мм. Камеры занимают только часть объёма, а остальное пространство отведено под дополнительный инвентарь, поскольку плата и узел вращения ручки занимают незначительное место. Как вы это всё оформите и организуете, зависит от вашего вкуса. Если внутрь будет ставиться стеклотара, то позаботьтесь о её надёжном креплении, для предотвращения ударов подойдёт объёмный и одновременно мягкий реквизит.

Конструкция нового узла вращения ручки электрогенератора показана на **рис. 5**. Как уже гово-

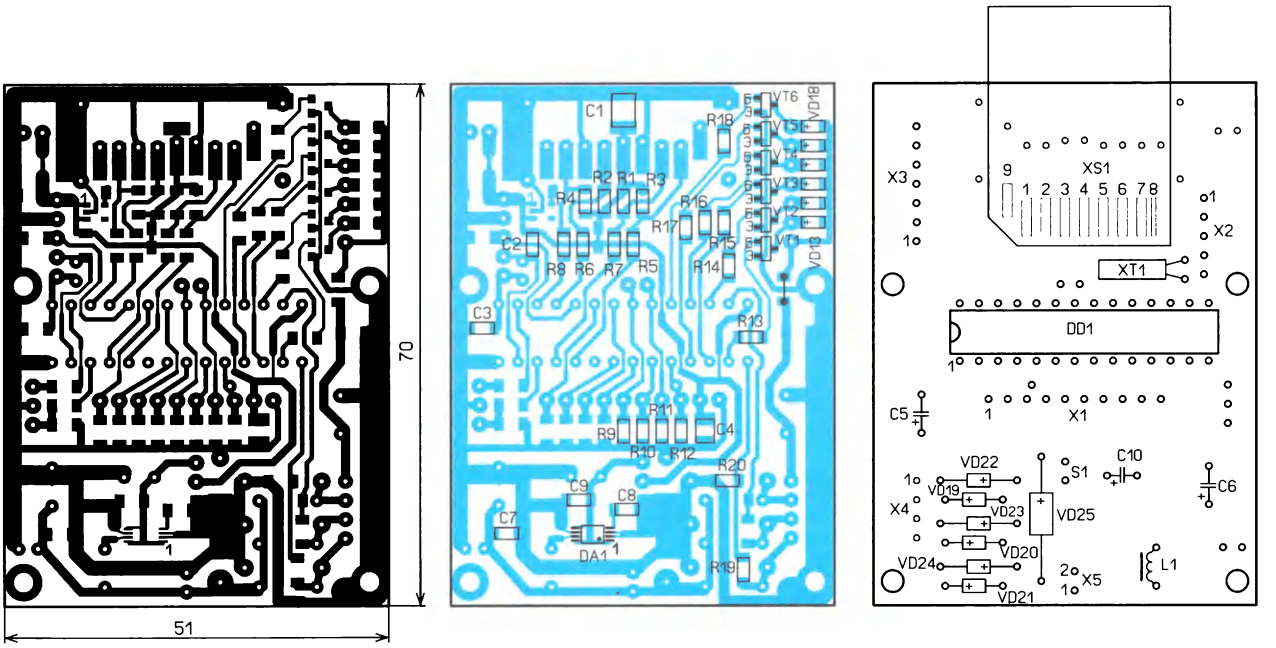


Рис. 6

рилось, его основу составляет бесколлекторный двигатель от пятидюймового дисковода. Электроника двигателя нас не интересует, поэтому снимают только статор с обмотками. Чтобы снять тарелку с магнитом, надо открутить осевой винт (учтите, что делать это надо по часовой стрелке — резьба левая!). Открывшийся доступ позволяет отпаять концы обмоток и отделить их вместе с магнитопроводом от платы. Подставку для дисков заменяют на шкив диаметром 8 мм, а выводы обмоток удлиняют с помощью проводов, не забывая сделать отвод от средней точки. Все части (статор с обмотками и первичный вал с подшипниками и ручкой) монтируют на жёстком основании. Для первичного вала потребуется шкив диаметром около 80 мм (передаточное число редуктора получится около десяти). Буртики нужны, чтобы пассик не соскочил со шкивов. Если пассик плоский (в виде ленты), буртики могут не помочь, и потребуется бочкообразная поверхность шкивов. Большой в диаметре магнит является хорошим маховиком, сглаживающим неравномерности вращения ручки. С таким маховиком появляется ощущение работы с большим механизмом — разгон и торможение более продолжительные.

Если планируется использовать старую плату, то она потребует доработки. Надо заменить резисторы в цепи баз транзисторов, удалить лишние конденсаторы и транзисторы структуры p-n-p, а транзисторы структуры n-p-n переставить в другие отверстия. Диоды VD13—VD18 устанавливают по месту (для этого удобны диоды для поверхностного монтажа). Для блока питания потребуется другая плата, топологию которой можно позаимствовать из описания ниже.

Чертёж нового варианта печатной платы, где практически все электронные компоненты собраны вместе, показан на **рис. 6**. Взамен выводных транзисторов КТ530А использованы импортные транзисторы для поверхностного монтажа BC817. Дроссель L1 может иметь индуктивность от 10 мкГн до 47 мкГн, но обязательно должен быть рассчитан на ток не менее 1 А. Перед тем, как изготавливать печатную плату, убедитесь, что посадочные места соответствуют компонентам, имеющимся в наличии. Особенно это касается держателя SD-карты. Для установки МК можно использовать панель. Если установить его на плату, запрограммировать получится прямо в устройстве. Вместо МК CY8C27443-24PI можно применить CY8C29443-24PI (или PXI, где суффиксы PI и PXI означают тип корпуса DIP и индустриальный температурный интервал –40...+85 С°), но ток потребления по цепи +3,3 В возрастёт примерно на 4 мА. Переключатель SA1 — серии ПП10-3 (строенный), можно применить три отдельных переключателя серии ПП-10-1 или аналогичные на 10 положений, обеспечивающие код 1-2-4-8 без инверсии. Диоды VD1—VD12 — любые маломощные, диоды VD19—VD24 — Шоттки или германиевые с допустимым прямым током не менее 1 А, но диоды VD19—VD21 можно взять и слаботочные (на ток до 100 мА). Стабилитрон VD25 может быть КС439А. Если будет установлена микросхема стабилизатора DA2, её монтаж следует производить в соответствии с **рис. 7**. Обратите внимание на дополнительную перемычку и перерезанный проводник.

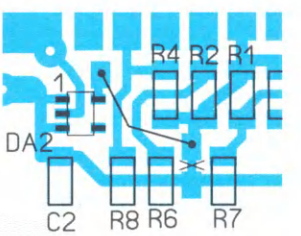


Рис. 7

Налаживание электронной части в принципе не требуется, необходимо только проверить работоспособность узлов. Это можно сделать как при полностью собранной плате, так и поэтапно, по мере установки на неё компонентов. В случае проверки полностью собранной платы перед проверкой следует удалить перемычку S1, при программировании МК прямо в устройстве — тоже!

Вначале на плату устанавливаются МК и конденсатор С4. Про-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

грамматор подключается к разъёму X2. При запуске приложения, осуществляющего прошивку, МК должен правильно определиться, а запись во FLASH память (файл прошивки имеет имя **sharmanka2025.hex**) успешно завершиться. Это свидетельствует о том, что МК исправен, и дальше можно переходить к проверке его старта в устройстве. Для этого отсоединяют программатор (чтобы не влиял на работу кварцевого генератора), устанавливают на плату оставшиеся детали (преобразователь напряжения можно пока не монтировать) и на контакт 1 разъёма X2 подают напряжение +3,3 В (без установленной SD-карты можно подавать и +5 В). Если параллельно переходу база-эмиттер транзистора VT6 подключить, например, головные телефоны (подойдут и низкоомные), то при замыкании контактов 3 и 7 разъёма X1 (имитация нажатия на кнопку Play) послышится исполнение трека с номером 0 из FLASH памяти МК. А если к разъёму X3 подключить динамические головки и на контакт 1 разъёма X4 подать напряжение от +1 до +3,3 В, можно услышать полноценное исполнение мелодии. То же самое должно происходить и с подключённой SD-картой, только трек с номером 000 (именно так воспринимается отсутствие переключателя треков) будет воспроизводиться с неё. Если вместо этого послышится серия гудков, значит, с SD-картой возникли проблемы (расшифровка ошибок приведена выше). Гудки подаются только на нижнюю по схеме динамическую головку (канал с младшим номером, это ключ на транзисторе VT6). Также об успешном старте МК свидетельствует светящийся светодиод HL1.

Проверку работоспособности преобразователя напряжения следует производить, нагрузив его резистором сопротивлением 100...200 Ом и при удалённой перемычке S1. При подаче напряжения 2...4 В между любыми контактами 2, 3 и 4 разъёма X4 на нагрузочном резисторе должно появиться напряжение 3,3 В (допустим разброс 3,2...3,6 В). Подключив вольтметр параллельно конденсатору C6, можно проверить, при каком напряжении микросхема DA1 стартует (должно быть около 1,2 В). Только после этого можно установить перемычку S1 и приступать к проверке работоспособности всего устройства. Проверяется работа при вращении ручки (не забудьте подключить конденсатор C11), работа всех динамических головок и правильность переключения треков.

В конце желательно проверить работу защитных узлов: стабилитрона VD25 и микросхемы DA2 (если установлена). Это делают без установленной SD-карты с помощью интенсивного вращения ручки либо с использованием регулируемого источника напряжением до 6 В, подключаемого вместо генератора (на выходе источника обязателен токоограничивающий резистор сопротивлением 10 Ом). Напряжение на конденсаторе C1 при этом не должно превышать 3,9 В (3,3 В, если установлена микросхема DA2).

Для подготовки музыкального материала (файлов с расширением **.bor**) служит приложение NotePrepair [4]. Оно работает в среде Windows и перекодирует стандартные файлы ***.mid** в нужный формат. Основная причина, по которой это потребовалось, — плохая приспособленность стандартных файлов к специфике инструмента. Обычно в них заложена слишком большая полифония, которую инструмент обеспечить не может, и расчёт на некоторую "интеллектуальность" системы, их воспроизводящей (распределение ресурсов). Не хотелось без нужды усложнять алгоритм работы МК, т. е. добавлять код, занимающийся распределением нот по каналам, тем более что любые модернизации алгоритма означали бы смену прошивки. В итоге МК только отрабатывает команды (на таком-то канале включить такую-то ноту), а всю "интеллектуальную" работу — распределение нот по каналам с учётом ограничения по полифонии — берёт на себя приложение.

Основная задача, возложенная на человека, — предварительная подготовка исходных файлов. Их требуется прослушать в каком-нибудь MIDI-редакторе и решить, от каких дорожек можно отказаться. В первую очередь это дорожка, которой назначен (в терминологии стандарта MIDI) канал № 10 — партия ударных инструментов. Следующими кандидатами идут дорожки с дублирующими или вспомогательными партиями. Если предполагается подготовка "минусовки", то удаляется сольная партия. Подготовленный таким образом файл сохраняют, а затем открывают в приложении NotePrepair. Приложение преобразует данные в формат инструмента и показывает статистику, главными в которой являются "Превышение полифонии" и "Количество выключенных нот" (**рис. 8**). Первый параметр показывает, сколько одновременно звучащих нот свыше шести встретилось в

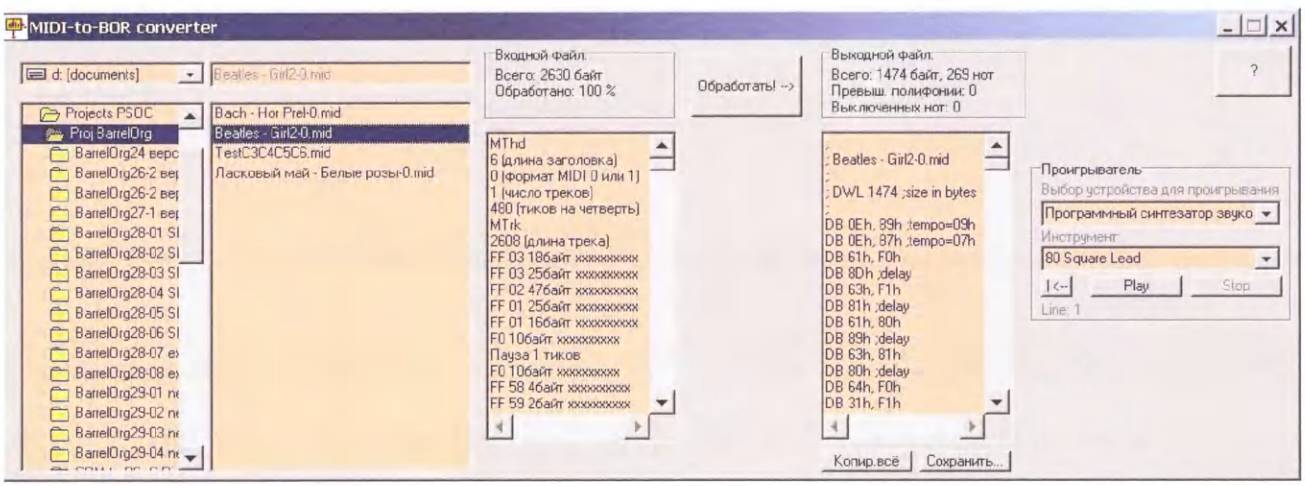


Рис. 8

произведении. Второй параметр сообщает, сколько нот пришлось выключить, чтобы уложиться в требуемую полифонию. Если этот показатель не превышает 5 % от общего числа нот, то считаем, что адаптация произведения прошла успешно. Если нет, то опять возвращаемся к редактированию и думаем, от чего ещё можно отказаться. Результат преобразования можно сразу же послушать во встроенном симуляторе "Проигрыватель", предварительно выбрав системное устройство воспроизведения (например, "Программный синтезатор звуковой карты") и указав, каким тембром его исполнять. Симулятор этот чисто условный, поскольку не обеспечивает соответствия звукового результата реальному тембру инструмента. Его назначение — только оценить, насколько велики были "художественные потери" при преобразовании файла (выключение звучащих нот при появление новых). Возможно, в будущем я напишу реальный симулятор, но пока только так.

В правом текстовом окне приложения отображается код, адаптированный под синтаксис ассемблера, который можно скопировать и вставить в проект в качестве треков, располагаемых во FLASH памяти МК (файлы **track0.inc— track9.inc**). Чтобы сохранить результат в виде, пригодном для записи на SD-карту, следует нажать на кнопку "Сохранить..." и выбрать расширение ***.bor***. Не забывайте, что в начале имён файлов, находящихся в папке Muzdata, должно присутствовать неповторяющееся трехзначное число. Если повторяется, ничего фатального не произойдёт, поскольку исполняться будет только первый встретившийся файл.

Если число получившихся нот будет нулевое, это означает, что входной файл имеет так называемый формат MIDI 1, и приложение анализировать его не может. В редакторе, где вы "прореживали" исходный материал, нужно сохранить файл в формате именно MIDI 0. Это повод модернизировать приложение. При редактировании имейте в виду, что NotePrepair обрабатывает только те дорожки, которым назначены каналы от 1 до 9. Сделано это для возможности осуществления лайфхака — ненужные дорожки не удалять, а переназначать им каналы на номера от 11 до 16.

Описанный способ адаптации музыкальных произведений самый простой и не требующий серьёзной музыкальной подготовки. Приготовьтесь к тому, что качественная адаптация — процесс долгий и затрагивающий зачастую смену аранжировки и правку музыкальных партий.

Итак, вы познакомились с новой версией инструмента. В результате модернизации:

— был устранён механический гул при вращении ручки электрогенератора;

— введена поддержка SD-карт стандарта SDHC и их поддержка с отсутствующей таблицей разделов;

— введена звуковая диагностика причин нечитаемости SD-карты;

— диапазон воспроизводимых нот расширен на октаву вниз и октаву вверх;

— команда "Установка темпа" теперь работает в режиме вращения ручки электрогенератора;

— удалён за ненадобностью управляющий узел с кнопками и канал связи с компьютером.

Между тем, всё ещё остался простор для экспериментов и продолжения эволюционного пути, например, вместо диодного выпрямителя можно попробовать применить диодный умножитель напряжения (чтобы обойтись только линейным стабилизатором напряжения), можно намотать на статор дополнительную обмотку (для питания динамических головок), а можно вообще поискать другой генератор.

Надеюсь, приведённое описание было для вас интересным, даже если вы и не собираетесь повторять эту конструкцию. Возможно, это сподвигнет вас на какие-нибудь новые идеи.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Мамонтов И.** Шарманка, XXI век. — Радио, 2013, № 3, с. 47—50; № 4, с. 50—52.

2. PSOC(R) 1 SWITCH MODE PUMP (SMP) — AN2097. — URL: **https://www.infineon.com/dgdl/Infineon-AN2097-ApplicationNotes-v05_00-EN.pdf** (02.11.2025).

3. Программатор микросхем PSoC (версия USB) из дешёвой китайской платы. — URL: **https://antiradio.narod.ru/psoc/tools/programmer_341A/index.htm** (02.11.2025).

4. Приложение NotePrepair. — URL: **https://www.antiradio.narod.ru/psoc/projects/barrel_organ/NotePrepair.zip** (02.11.2025).

От редакции. *Файлы проекта* ***Sharmanka2025.zip*** *(файл прошивки МК в формате hex),* ***Proj_Sharmanka2025.zip*** *(файлы проекта для среды разработки PSoC Designer v4.3),* ***Collection2025.zip*** *(коллекция мелодий) и чертежи печатной платы в авторском и редакционном вариантах находятся по адресу* ***http://ftp.radio.ru/pub/2026/01/sharman.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

Ремонт и продление "жизни" светодиодного светильника PWP-OS 1200 36W 6500K

А. ШУМИЛОВ, г. Архангельск

Недавно один из родственников попросил "посмотреть" и, по возможности, отремонтировать списанные неисправные светодиодные светильники PWP-OS 1200 36W 6500K. В случае удачного ремонта планировалось установить три таких светильника для освещения гаража.

Для разборки такого светильника (далее — устройство) потребуются следующие инструменты: крестовая

Рис. 1

Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

отвёртка, плоская (шлицевая) отвёртка и небольшой молоток. Чтобы не портить ручку плоской отвёртки, возможно, вместо неё лучше применить узкую тонкую стамеску с металлической ручкой.

Сначала требуется с помощью крестовой отвёртки отвинтить по три винта съёмных пластиковых заглушек с торцов устройства и снять эти заглушки. Затем следует снять оставшуюся часть пластиковой заглушки с торца устройства, желательно противоположного наклеенной этикетке с наименованием модели светильника, годом выпуска и номером партии. Для этого следует, используя плоскую отвёртку или стамеску и молоток и проходя по периметру оставшейся части этой заглушки, освободить её от белого резиноподобного герметика, которым она приклеена к торцу корпуса устройства (**рис. 1**). Возможно, такое действие придётся повторить два-три раза, впоследствии действуя отвёрткой как рычагом. Далее следует снять эту освобождённую часть заглушки.

До момента выемки из корпуса металлического основания с установленными на нём линейкой светодиодов и печатной платой светодиодного драйвера следует учесть следующее. Из двух торцов корпуса собранного устройства выходят по два провода, как правило, синего и коричневого цветов. Эти провода одинаковых цветов соединены друг с другом и предназначены для параллельного подключения к сети 220...230 В другого подобного светильника с помощью клеммника. Чтобы при последующей сборке отремонтированного устройства эти дополнительные провода без проблем вышли из другого торца корпуса устройства, до момента выемки из корпуса металлического основания концы этих проводов, выходящие из оставшейся неснятой заглушки, необходимо временно спаять вместе и временно припаять к длинному проводу (длиной не менее 1,5 м), который необходимо протащить вместе с этим металлическим основанием через корпус устройства. После протаскивания длинного провода через корпус устройства его следует отпаять, а также разъединить временно спаянные концы проводов синего и коричневого цветов. Во избежание возможного отпружинивания длинного провода внутрь корпуса устройства, концы этого провода следует закрепить на корпусе липкой лентой.

При разборке нескольких таких неисправных устройств выяснилось, что как платы драйверов, так и число светодиодов в линейке могут быть различными, если эти устройства из разных партий.

В устройстве, условно обозначенном № 1, при проверке целостности линейки светодиодов обнаружился один неисправный светодиод из 92, так что после удаления этого светодиода и пайки вместо него перемычки в виде капли припоя устройство сразу заработало.

Маркировка партии устройства № 1 и фотографии его печатной платы показаны на **рис. 2—рис. 4**.

Рис. 2

Рис. 3

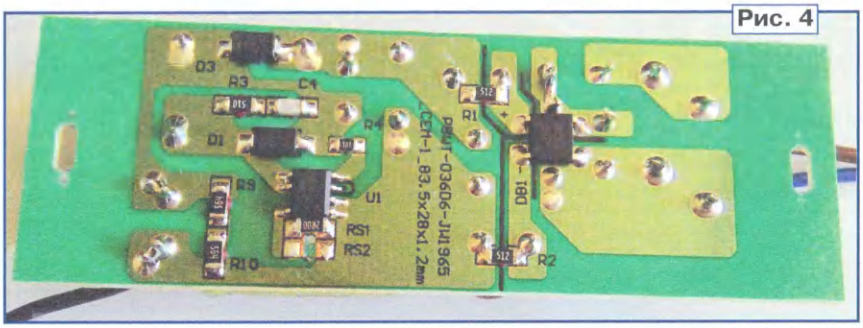


Рис. 4

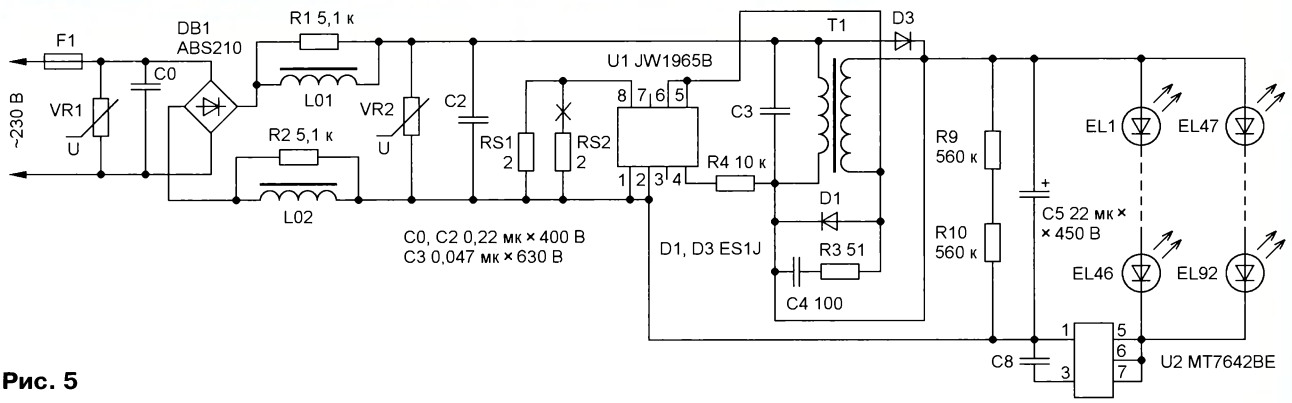


Рис. 5

Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Модель платы — PBWT-036D6-JW1965. Схема такого устройства № 1, нарисованная на основе печатной платы, показана на **рис. 5**.

Следует заранее отметить, что буквенно-цифровые обозначения элементов на прилагаемых схемах полностью соответствуют указанной маркировке на печатных платах ремонтируемых устройств, но в некоторых случаях не соответствуют российскому ГОСТу. Кроме того, некоторые элементы на схемах не указаны по причине их отсутствия на печатных платах. Например, на схеме, показанной на рис. 5, отсутствуют элементы C1 и D2.

Основа устройства № 1 — микросхема светодиодного драйвера постоянного тока JW1965B (U1), которая применяется для однокаскадных светодиодных драйверов с коррекцией коэффициента мощности [1]. За ток стабилизации отвечают низкоомные резисторы RS1 и RS2, соединённые параллельно. Для уменьшения потребляемого линейкой светодиодов тока резистор RS2 был удалён (перерезан проводник). Потребляемый линейкой светодиодов ток — 43 мА вместо первоначального 86 мА. Иное требуемое значение потребляемого светодиодами тока можно установить подборкой резисторов RS1 и RS2.

Рис. 6

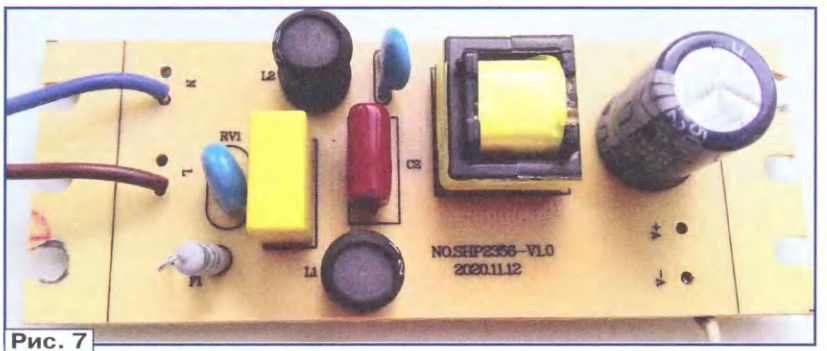
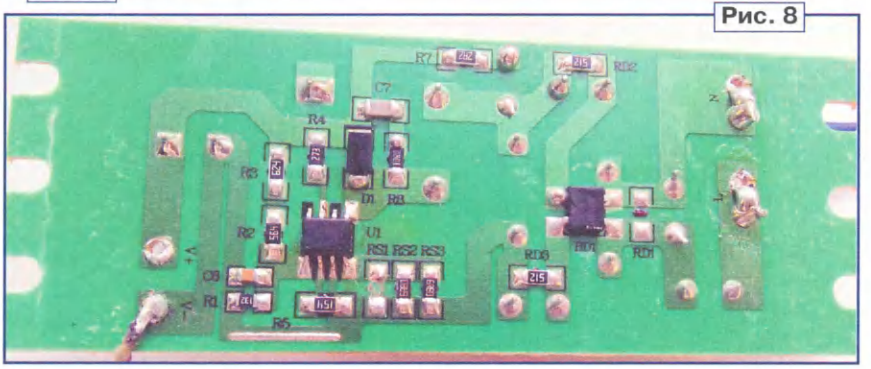


Рис. 7

Рис. 8



Вместо плавкой вставки F1 на печатной плате на самом деле был установлен резистор мощностью ориентировочно 1 Вт сопротивлением 4,7 Ом. Варисторы VR1 и VR2 с маркировкой 07K471 рассчитаны на классификационное напряжение 470 В. Дроссели L01 и L02 — с маркировкой HQ4mH (сопротивление 5,3 Ом). Для точного измерения ёмкости конденсатора C4 был временно выпаян резистор R3. Как уже указано выше, конденсатор C1 и диод D2 на схеме не указаны по причине их отсутствия на печатной плате. По этой же причине на схеме отсутствуют резисторы R5—R8 и конденсаторы C6 и C7.

Показанный на схеме элемент U2 (MT7642BE) — это контроллер для устранения пульсаций тока светодиода с частотой 100...120 Гц. Он обеспечивает отсутствие мерцания выходного тока через внутренний фильтр нижних частот, который может устранить пульсацию тока низкой частоты [2]. Ёмкость конденсатора C8 неизвестна, выпаивать его с платы линейки светодиодов с целью измерения ёмкости я не решился во избежание его возможной поломки или потери.

Маркировка партии устройства № 2 и фотографии его печатной платы показаны на **рис. 6—рис. 8**. Модель платы — № PH2356-V1.0. Схема устройства № 2, нарисованная на основе печатной платы, показана на **рис. 9**.

Основа устройства № 2 — микросхема светодиодного драйвера постоянного тока BP2616 (U1) [3]. Ток стабилизации задают низкоомные резисторы RS1, RS2 и RS3, соединённые параллельно. Для уменьшения потребляемого линейкой светодиодов тока резистор RS1 был удалён (перерезан проводник). Потребляемый линейкой светодиодов ток оказался равен 42 мА вместо первоначального 85 мА. Иное требуемое значение потребляемого светодиодами тока можно установить подборкой резисторов RS1, RS2 и RS3.

Вместо плавкой вставки F1 на печатной плате на самом деле был установлен резистор мощностью ориентировочно 0,5 Вт сопротивлением 6,8 Ом. Варистор RV1 с маркировкой 07K471 рассчитан на классификационное напряжение 470 В. Дроссели L1 и L2 — с маркировкой HQ2.0mH. Хотя на печатной плате имеется обозна-

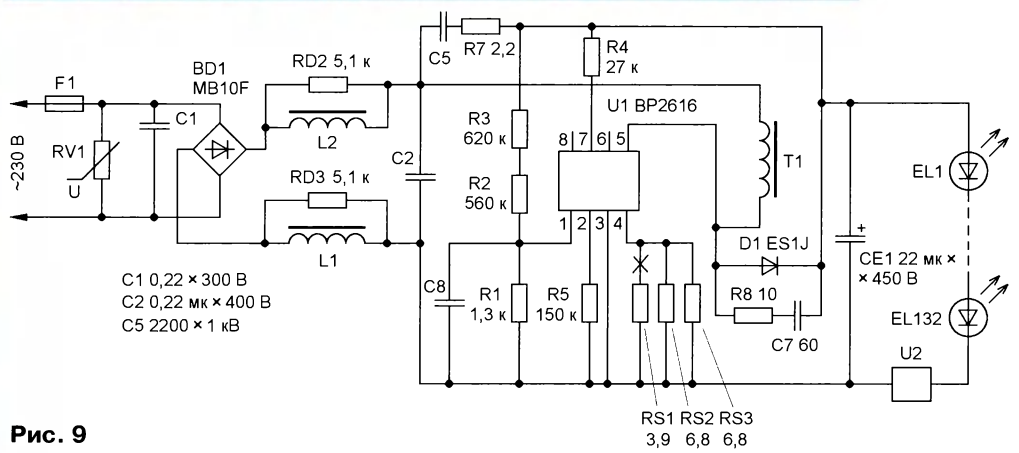


Рис. 9

Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

чение T1 (буквенно-цифровое обозначение трансформатора), фактически вместо трансформатора установлен дроссель, по внешнему виду похожий на трансформатор, но без вторичной обмотки (см. рис. 7). Конденсаторы C3, C4, C6 и резистор R6 на схеме не указаны по причине их отсутствия на печатной плате. Для точного измерения ёмкости конденсатора C7 был временно выпаян резистор R8. Ёмкость конденсатора C8 неизвестна, выпаивать его с целью измерения ёмкости я не решился во избежание его возможной поломки или потери.

Контроллер U2 расположен на плате линейки светодиодов и состоит из конденсатора и двух трёхвыводных элементов с маркировкой 1014 1RL12 в корпусах SOT-223, внешне похожих на стабилизаторы напряжения. Поскольку документации на эти трёхвыводные элементы я не нашёл, то этот контроллер просто обозначен на схеме как отдельный блок U2. Назначение такого контроллера аналогично показанному на рис. 5.

Ремонт устройства № 3 заключался в проверке целостности линейки светодиодов (132 светодиода, включённых последовательно), в проверке ёмкости и ЭПС полярных оксидных конденсаторов и в замене такого потерявшего часть ёмкости конденсатора, подключённого к микросхеме одноступенчатого повышающего контроллера, предназначенного для светодиодного освещения (U1 — DIO8950) [4].

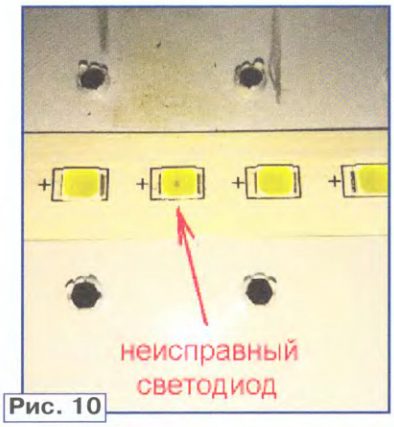


Рис. 10

Рис.11

Рис.12

Ремонт одного экземпляра устройства № 2 заключался в проверке целостности линейки светодиодов (132 светодиода, включённых последовательно) и в установке перемычки (в виде капли припоя) вместо ранее перегоревшего светодиода. Часто неисправный светодиод можно определить визуально (**рис. 10**).

При пробном подключении к сети 220...230 В другого экземпляра устройства № 2 линейка светодиодов начала мигать. При вскрытии корпуса устройства и визуальном осмотре линейки светодиодов был замечен явно нерабочий закопчённый светодиод. При замене этого светодиода перемычкой в виде капли припоя устройство заработало. Как и в первом экземпляре устройства № 2, для уменьшения потребляемого линейкой светодиодов тока низкоомный резистор RS1 (см. рис. 9) был удалён.

Маркировка партии устройства № 3 и фотографии его печатной платы показаны на **рис. 11—рис. 14**. Модель платы — № SPH2248-V1.0 (или V4.0). Схема устройства № 3, нарисованная на основе печатной платы, показана на **рис. 15**.

Такой конденсатор (обозначенный как C2 на печатной плате) ёмкостью 2,2 мкФ × 50 В был заменён на исправный ёмкостью 4,7 мкФ. При увеличении ёмкости конденсатора C2 до 10 мкФ работа устройства не изменялась. Поскольку измеренное рабочее напряжение на конденсаторе C2 равно 14 В, то, следовательно, на его место можно устанавливать другие исправные конденсаторы ёмкостью 3,3...10 мкФ, рассчитанные на напряжение не менее 20 В.

Контроллер U2 расположен на плате линейки светодиодов и состоит из конденсатора и двух трёхвыводных элементов с маркировкой 1014 9BF12 в корпусах SOT-223, внешне похожих на стабилизаторы напряжения. Поскольку документации на эти трёхвыводные элементы я не нашёл, то этот контроллер просто обозначен на схеме как отдельный блок U2. Назначение такого контроллера аналогично показанному на рис. 5.

Конденсатор C6 и транзисторы Q1—Q9 на схеме не указаны по причине их отсутствия на печатной плате. Ёмкость конденсаторов C4, C5 и C7 неизвестна, выпаивать их с печатной платы с целью измерения ёмкости я не решился во избежание их возможной поломки или потери.

Рис. 13

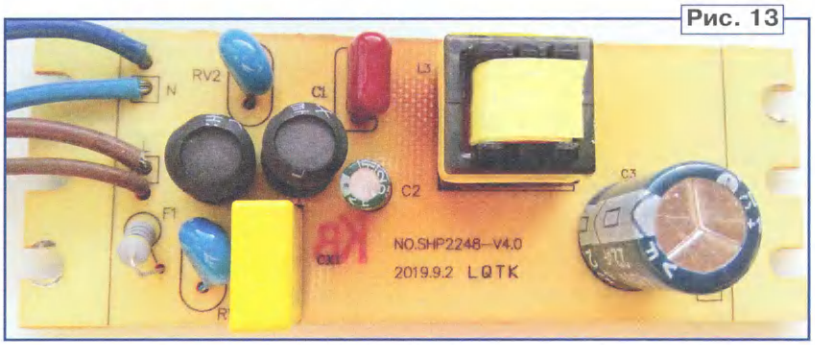
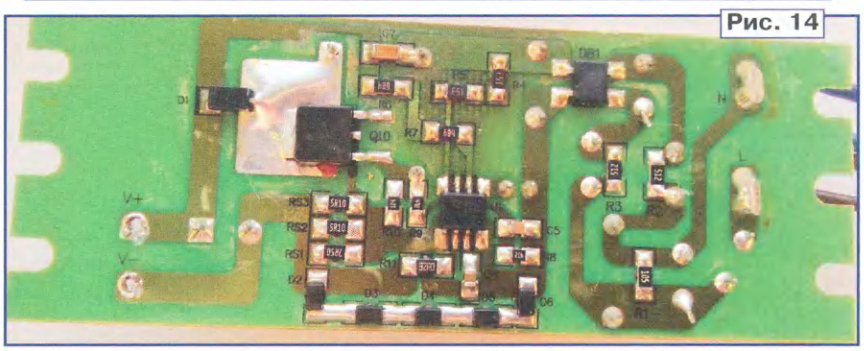


Рис. 14



Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

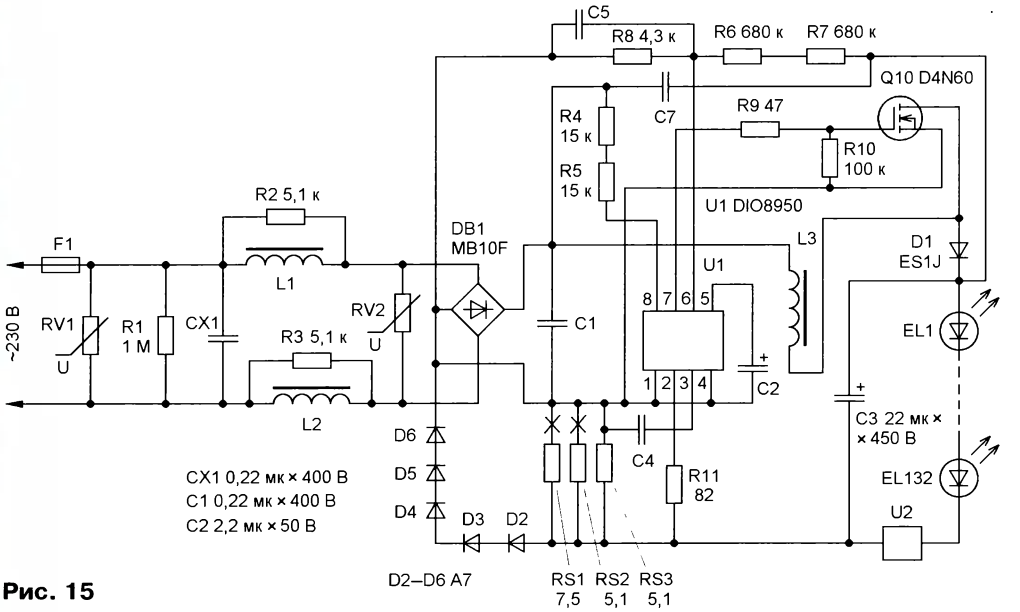


Рис. 15

Во втором экземпляре аналогичного устройства № 3 при пробном подключении его к сети 220...230 В светодиоды загорелись, но стали мерцать. Проблема была устранена также заменой конденсатора C2 на исправный ёмкостью 4,7 мкФ.

Кроме того, в отремонтированных экземплярах устройства № 3 были удалены (перерезаны проводники) низкоомные резисторы RS1 и RS2 (сопротивлением 7,5 и 5,1 Ом соответственно), соединённые параллельно и отвечающие за ток стабилизации. В результате удалось снизить потребляемый линейкой светодиодов ток с 86 до 32 мА, что должно значительно продлить "жизнь" отремонтированных устройств. Если удалить только резистор RS1 (сопротивлением 7,5 Ом), то потребляемый линейкой светодиодов ток составит 64 мА. Иное требуемое значение потребляемого светодиодами тока можно установить подборкой резисторов RS1, RS2 и RS3.

Если в устройстве неисправна линейка светодиодов и визуально неисправный светодиод обнаружить не удаётся, то для ускорения поиска такого неисправного светодиода (он, как правило, всего один) можно воспользоваться регулируемым блоком питания с выходным напряжением до 30 В с защитой от перегрузки и короткого замыкания, например [5]. Если на выходе блока питания установить напряжение 22...25 В, можно проверять по 7...9 светодиодов одновременно. Для удобства проверки, а также для соблюдения техники безопасности следует воспользоваться проводами с изолированными щупами с острыми концами. Чтобы случайно не превысить максимально допустимый ток светодиодов, следует сначала выбрать участок светодиодов из 12—13 штук, начиная с анода EL1, подключить к аноду светодиода EL1 плюсовой щуп блока питания и, постепенно переподключая минусовый щуп, уменьшать число проверяемых светодиодов на один до хотя бы слабого загорания проверяемого участка светодиодов. Аналогично следует проверить следующий участок линейки светодиодов. Чтобы случайно повторно не проверять уже ранее проверенные светодиоды, желательно на металлическом основании линейки светодиодов отмечать линией карандаша уже проверенный участок. Определив участок, на котором светодиоды не загораются, следует уменьшить выходное напряжение блока питания до 3,3... 3,5 В и уже по отдельности проверять каждый светодиод этого подозрительного участка. Для проверки отдельных светодиодов можно также воспользоваться цифровым мультиметром с функцией проверки диодов. Вышеуказанное действительно для проверки линейки светодиодов из 132 штук, показанных на рис. 9 и на рис. 15.

При проверке линейки светодиодов, показанных на рис. 5, следует иметь в виду, что там установлены другие светодиоды, рассчитанные на напряжение ориентировочно 7,4 В каждый, которые невозможно проверить с помощью мультиметра с функцией проверки диодов, так что для их проверки придётся пользоваться только регулируемым блоком питания.

После проверки работоспособности устройства концы проводов синего и коричневого цветов необходимо временно спаять вместе и временно припаять к ранее протащенному через корпус устройства длинному проводу, а затем продвигать по направляющим внутрь корпуса устройства металлическое основание с линейкой светодиодов и платой драйвера, одновременно протаскивая этот длинный провод в сторону движения металлического основания. Далее этот длинный провод следует отпаять, а также разъединить временно спаянные концы проводов синего и коричневого цветов.

После сборки устройства ранее снятая пластиковая заглушка фиксируется на торце плафона светильника клеем на резиновой основе или аналогичным герметиком, а сверху таких заглушек крепятся винтами ранее снятые съёмные заглушки. В случае необходимости в такой съёмной заглушке сверлится отверстие диаметром 4...5 мм для выхода сетевых проводов.

Таким образом, исходя из вышеизложенного, выяснилось, что "без каких-либо особенных затрат" можно отремонтировать подобные светодиодные светильники и подарить им вторую "жизнь".

Устройство гальванически связано с сетью 220...230 В. Об этом следует помнить и соблюдать осторожность при его ремонте и налаживании. Любые работы по разборке, налаживанию и сборке таких устройств должны производиться только после отключения от сети 220...230 В. Во избежание случайного поражения током следует до момента начала ремонта устройства и после окончания ремонта устройства разрядить высоковольтные конденсаторы на его печатной плате с помощью лампы накаливания на напряжение 220...230 В, снабжённой проводами с изолированными щупами.

ЛИТЕРАТУРА

1. JW1965 Datasheet (PDF). — URL: **https://datasheet4u.com/pdf-down/J/W/1/JW1965A-JoulWatt.pdf** (10.07.25).

2. MT7642BE Datasheet (PDF). — URL: **https://www.maxictech.com/Public/Uploads/uploadfile2/files/20230221/MT7642BEDSENRev1.00.pdf** (10.07.25).

3. BP2616 Datasheet (PDF). — URL: **https://datasheet4u.com/datasheet/BPS/BP2616E-1547892** (10.07.25).

4. DIO8950 Datasheet (PDF). — URL: **https://www.dioo.com/uploads/product/20210604/436ca08f6e7f78da1baacdf815911669.pdf** (10.07.25).

5. **Шумилов А.** Вариант стабилизатора с двойной защитой. — Радио, 2022, № 8, с. 33—35.

Опыт ремонта ЖК-телевизора Samsung LE26B450C4W

И. ПОДУШКИН, г. Москва

ЖК-телевизор Samsung LE26B450C4W после нажатия на кнопку включения на ПДУ или на боковой панели включался, но изображение и звук появлялись только через 5...10 мин. Возникло предположение, что, скорее всего, неисправными могли оказаться полупроводниковые приборы или оксидные конденсаторы в источнике питания телевизора [1]. Поскольку светодиод на лицевой панели светил, когда телевизор был подключён к сети, преобразователь дежурного напряжения, скорее всего, исправен.

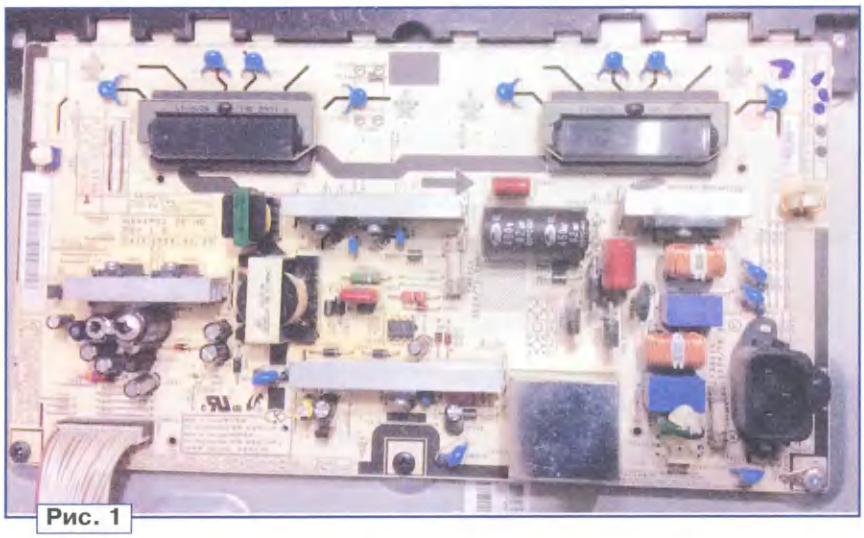


Рис. 1

Чтобы "добраться" до источника питания, телевизор размещают на мягкой ровной поверхности экраном вниз. Для того, чтобы снять заднюю панель телевизора, сначала необходимо снять подставку, отвинтив четыре крепящих её винта-самореза. Задняя панель прикреплена десятью винтами-саморезами. После их отвинчивания аккуратно приподнимают и снимают заднюю панель.

Плата источника питания находится в правой части (со стороны задней панели) телевизора (**рис. 1**). Она прикреплена к шасси четырьмя винтами-саморезами и соединена с потребителями разъёмом. Один из винтов-саморезов дополнительно закрепляет сетевой разъём. Наименование платы питания — BN44-00259A.

Источник питания собран на плате из фольгированного с одной стороны стеклотекстолита, на которой размещены элементы для поверхностного монтажа, на противоположной — выводные детали. Чтобы разобраться в неисправности, пришлось разрисовать схему выходных цепей преобразователя. Фрагмент схемы показан на **рис. 2**. Позиционные обозначения элементов соответствуют имеющимся на плате. Преобразователь напряжения собран на микросхеме ICE3BR0665J с позиционным обозначением UM801S (на схеме не показана) и импульсном трансформаторе TM801S.

Отличительная особенность блока питания — преобразователь работает, когда телевизор подключён к сети. Импульсное напряжение с обмотки 7-9 трансфор-

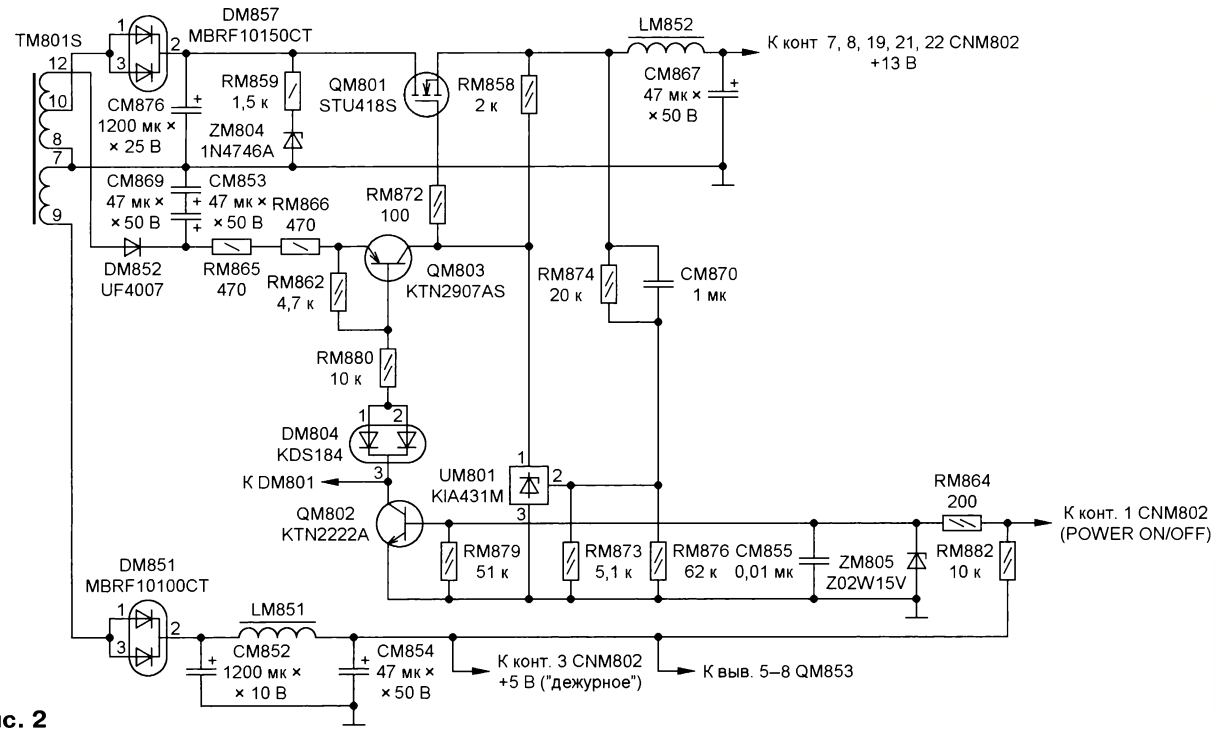


Рис. 2

Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

матора TM801S выпрямляет диодная сборка DM851 и сглаживает фильтр CM852LM851CM854, так формируется дежурное напряжение +5 В.

Основное напряжение с обмотки 8-10 импульсного трансформатора выпрямляет диодная сборка DM857 и сглаживает конденсатор CM876. Но пока транзистор QM801 закрыт, это напряжение на остальные блоки телевизора не поступает. После нажатия на кнопку включения на ПДУ или на боковой панели телевизора сигнал на включение поступает с контакта 1 разъёма CNM802. При этом открываются транзисторы QM802, QM803 и открывающее напряжение поступает на затвор коммутирующего транзистора QM801. На остальные узлы телевизора поступит напряжение +13 В.

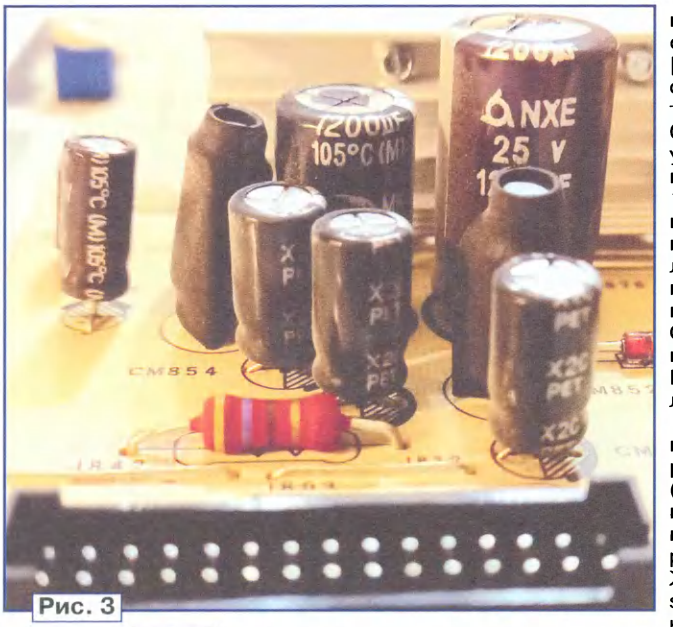


Рис. 3

Мультиметром в режиме тестера p-n-переходов были проверены диодные сборки DM804, DM851, DM857, диод DM852 и транзисторы QM802, QM803. Все они оказались исправными. Кроме того, был проверен транзистор QM801. Он также оказался исправен.

Осмотр платы показал, что деформирован корпус конденсатора CM876 — он вздулся (**рис. 3**). Измеренная мультиметром ANENG 621A его ёмкость оказалась около 500 мкФ, а измеренное с помощью приставки к мультиметру [2] эквивалентное последовательное сопротивление (ЭПС) — 0,5 Ом. Для сравнения: у заведомо исправного конденсатора ёмкостью 1200 мкФ на номинальное напряжение 25 В измеренное ЭПС оказалось равно 0,2 Ом. Кроме того, были проверены конденсаторы CM853, CM867, CM869: измерены их ёмкость и ЭПС. Конденсаторы оказались исправными.

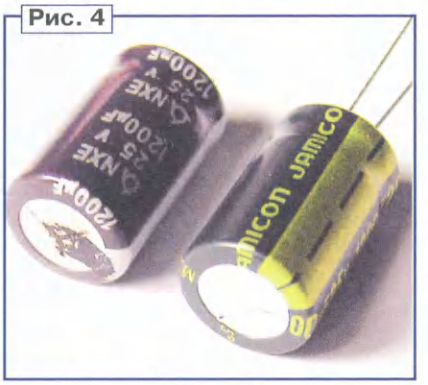


Рис. 4

После замены неисправного конденсатора CM876 исправным (**рис. 4**), установки на место и подключения платы питания штатная работоспособность ЖК-телевизора Samsung была восстановлена.

Эта неисправность лишний раз напоминает о таком важном параметре оксидных электролитических конденсаторов, как ЭПС, даже небольшое увеличение которого может привести к нагреву конденсатора и, как следствие, снижению его ёмкости и деформации корпуса.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Волчков С.** Стратегия ремонта. — Радио, 2012, № 3, с. 28—31.
2. **Глибин С.** Измеритель ЭПС — приставка к мультиметру. — Радио, 2011, № 8, с. 19, 20.

Программируемый генератор частоты на STM32G431

А. БУЛДАКОВ, г. Дзержинск Нижегородской обл.

Многие цифровые устройства требуют стабильных тактовых сигналов, традиционно обеспечиваемых кварцевыми генераторами. В статье предложено решение для создания стабильного программируемого генератора частоты на основе микроконтроллера STM32G431. Программная перестройка позволяет изменять частоту генератора в широком диапазоне без потери точности и без замены кварцевого резонатора, позволяет быстро адаптировать характеристики генератора под конкретные задачи без изменения схемы. Устройство может служить задающим генератором или основой для создания измерительных приборов.

Для реализации этой задачи используется микроконтроллер STM32G431, поддерживающий частоту до 170 МГц [1]. Основой устройства является чип, распаянный на плате формата Arduino с внешним кварцевым резонатором 8 МГц [2]. Генерация сигнала на выходе MCO1 (вывод PA8) осуществляется с помощью аппаратного модуля фазовой подстройки частоты (PLL). Использование среды программирования Arduino IDE значительно упрощает настройку тактовой подсистемы. Автоматическая обработка HAL-библиотек позволяет легко конфигурировать модуль PLL и выход MCO1.

Для работы с STM32G431 в Arduino IDE выполните следующие действия:

— в меню Файл > Настройки добавьте в поле "Дополнительные ссылки" URL: **https://raw.githubusercontent.com/stm32duino/BoardManagerFiles/master/STM32/package_stm_index.json**

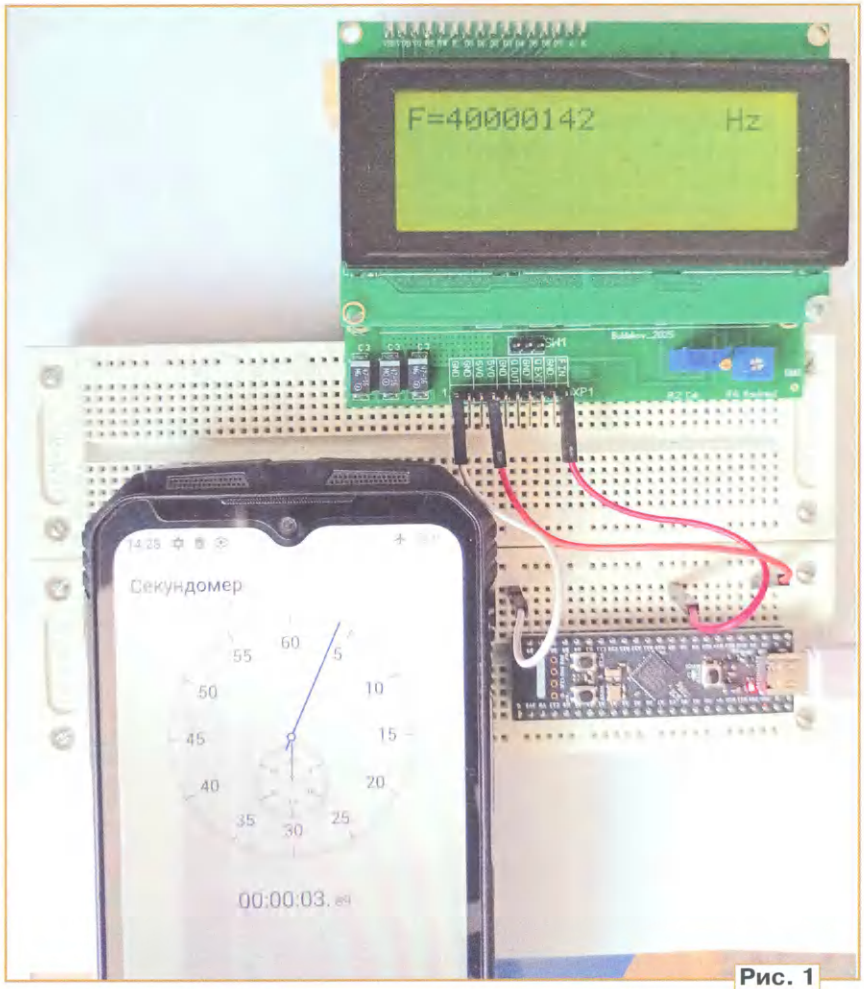


Рис. 1

— в менеджере плат (меню Инструменты > Плата > Менеджер плат) найдите и установите пакет STM32 MCU based boards.

После установки платы перезапустите Arduino IDE для корректной инициализации новых настроек;

— выберите плату Generic STM32G4 series;

— в параметрах платы (меню Инструменты > Board part number) укажите Generic G431CBUx;

— в параметрах компиляции (меню Инструменты > Optimize) укажите Smallest (-Os default);

— в параметрах загрузки (меню Инструменты > Upload method) укажите STM32Cube Programmer (DFU);

— в параметрах периферии (меню Инструменты > USB support) укажите None. При программировании через встроенный USB-DFU загрузчик внешний программатор (например, ST-Link) не требуется.

После настройки среды программирования ключевым этапом становится конфигурация тактовой подсистемы. Центральный элемент системы — модуль PLL. Он преобразует опорную частоту кварцевого генератора в стабильный выходной сигнал. Понимание его работы важно для точной настройки частоты.

Принцип работы модуля PLL основан на сравнении двух сигналов:

1. Опорного сигнала (F_ref), формируемого делением частоты кварцевого генератора HSE на коэффициент PLLM: F_ref = F_hse / PLLM.

2. Сигнала обратной связи (F_fb), формируемого делением выходной частоты генератора управляемым напряжением (VCO) на коэффициент PLLN: F_fb = F_vco / PLLN.

Коэффициент PLLN определяет, во сколько раз частота генератора VCO должна превышать опорную частоту F_ref, чтобы после деления на PLLN получить частоту, равную F_ref.

Далее эти два сигнала поступают на фазовый детектор, который непрерывно сравнивает фазы сигналов F_ref и F_fb. При расхождении фаз формируется сигнал ошибки, который после фильтрации корректирует частоту VCO. Этот процесс продолжается до полной синхронизации частот и фаз, при которой устанавливается частота: F_vco = F_hse * PLLN / PLLM. Системная частота (F_sysclk) формируется делением F_vco на коэффициент PLLR: F_sysclk = = F_vco / PLLR. Этой частотой тактируются все компоненты микроконтроллера. Для вывода сигнала на выход MCO1 системная частота делится на MCODIV: F_mco = F_sysclk / MCODIV. При этом выходная частота рассчитывается по формуле и справедлива при выборе источника MCO1 = SYSCLK:

F_mco = ((F_hse / PLLM) * PLLN) / (PLLR * MCODIV),

где F_hse — частота внешнего кварцевого генератора 8 МГц (HSE), PLLM — делитель входной частоты (интервал значения переменной 1—16), PLLN — множитель (интервал значения переменной 8—127), PLLR — делитель выходной частоты (значения переменной 2, 4, 6, 8), MCODIV — дополнительный делитель вывода MCO1 (значения переменной 1, 2, 4, 8, 16). Он дополнительно делит частоту SYSCLK перед подачей на выход.

Критические ограничения для STM32G431:

— частота VCO (F_vco = F_hse * PLLN / PLLM) должна быть в диапазоне 192...344 МГц;

— при выходе за пределы допустимых значений PLL микроконтроллер может не запуститься;

— системная частота F_sysclk (F_vco / PLLR) не должна превышать 170 МГц;

— максимальная частота сигнала на выходе MCO1 ограничена 80 МГц в соответствии с электрическими характеристиками микроконтроллера STM32G431. При частоте F_sysclk > 80 МГц необходимо установить коэффициент деления MCODIV > 1, иначе стабильность и наличие выходной частоты не гарантируется.

Для настройки тактирования используются HAL-функции. Необходимые заголовочные файлы подключаются автоматически. Программная настройка выполняется в три этапа:

1. Инициализация PLL-параметров.

Глобальным переменным PLLM, PLLN и PLLR присваиваются значения, соответствующие желаемой выходной частоте, с учётом формулы F_mco,

2. Конфигурация тактовой системы.

В функции SystemClock_Config() последовательно:

— активируется HSE-осциллятор;

— настраивается PLL с выбранными коэффициентами;

— устанавливается PLL как источник системной частоты;

— настраиваются делители для шин AHB и APB;

— задаётся задержка Flash-памяти;

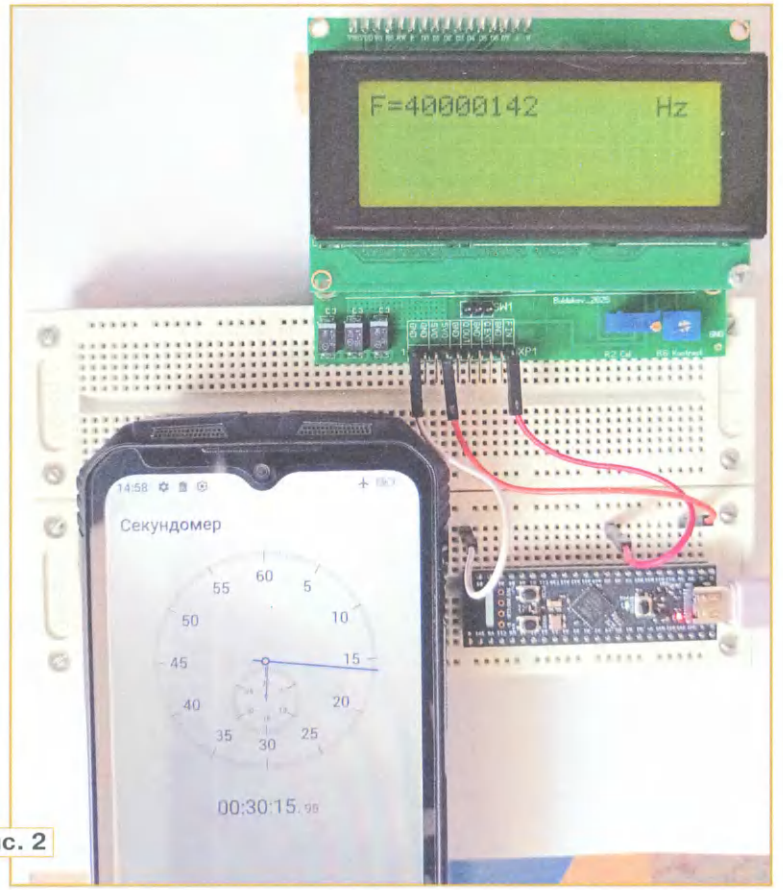


Рис. 2

— на вывод PA8 выводится системная частота SYSCLK с выбранным делителем MCODIV.

3. Настройка вывода PA8 в функции setup():

— включается тактирование порта GPIOA;

— настраивается вывод PA8 как альтернативная функция (AF0) в режиме Push-Pull с максимальной скоростью (GPIO_SPEED_FREQ_VERY_HIGH);

— выбирается функция MCO1 (Alternate Function 0 — GPIO_AF0_MCO);

— настраивается вывод PC6 как выход для индикации работы платы.

Проверка работоспособности платы перед первым включением. Убедитесь в исправности платы, выполнив проверки в следующем порядке. Проверьте отсутствие короткого замыкания между VDD/GND и другими цепями. Подайте внешнее питание напряжением 5 В на USB-разъём. Убедитесь в присутствии напряжения питания 3,3 В ±5 % на плате. Ток потребления при этом не должен превышать 40 мА. Мигание светодиода на выводе PC6 подтверждает исправность микроконтроллера.

Настройка PLL-параметров. Для изменения выходной частоты корректируйте значения переменных PLLM, PLLN и PLLR, предварительно убедившись, что параметры соответствуют допустимым интервалам. Для изменения MCODIV нужно заменить значение RCC_MCODIV_1 на другое значение.

Программирование через DFU. Подключите плату к компьютеру USB-кабелем. Для входа в DFU-режим на плате нажмите и удерживайте кнопку BOOT0. Кратковременно нажмите и отпустите кнопку NRST (сброс). Через одну секунду отпустите кнопку BOOT0. Плата перейдёт в режим загрузчика (DFU). Убедитесь, что плата определилась как DFU устройство. Для этого в Windows 10 откройте Диспетчер устройств > Устройства USB >, должно появиться устройство DFU in FS Mode. В Arduino IDE загрузите программу и нажмите на кнопку загрузки (стрелка вправо). Дождитесь завершения процесса (прогресс-бар дойдёт до 100 %, и появится сообщение "Загрузка завершена"). После этого кратковременно нажмите NRST для запуска программы.

Проверка работоспособности. Убедитесь в мигании светодиода, подключённого к выводу PC6. Подключите осциллограф к выводу PA8 платы. Убедитесь в наличии прямоугольного сигнала с частотой, близкой к расчётной, и амплитудой 3,3 В. Подключите частотомер к выводу PA8 платы. Измеренная частота должна соответствовать расчётной с разностью меньше 0,1 %. Дрейф частоты не должен превышать 0,1 ppm за 30 мин непрерывной работы (после первоначального прогрева в течение 10 мин). На **рис. 1** на экране ЖКИ частотомера показана частота генератора после прогрева. Частота генератора после 30 мин непрерывной работы показана на экране ЖКИ частотомера на **рис. 2**.

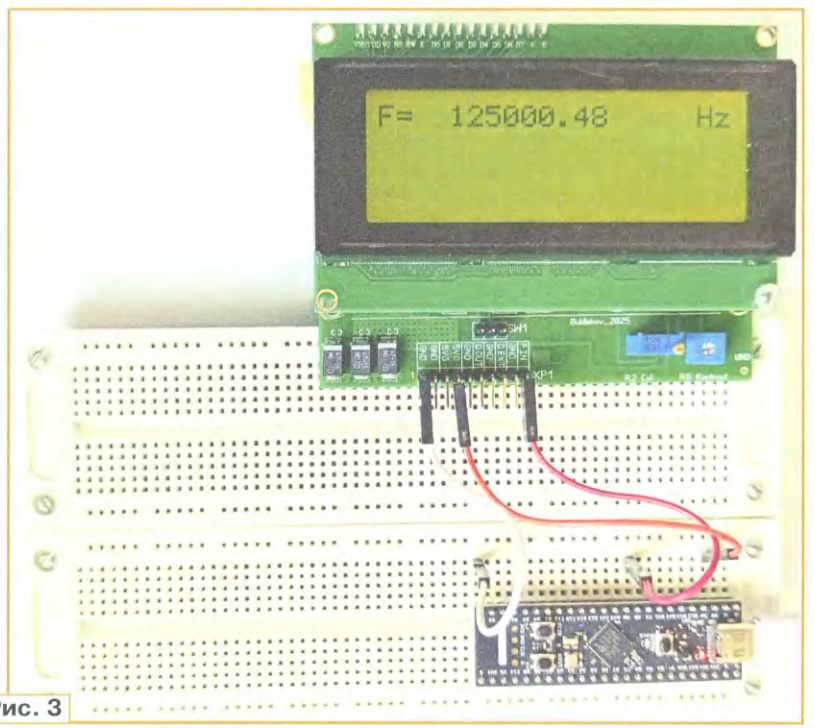


Рис. 3

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

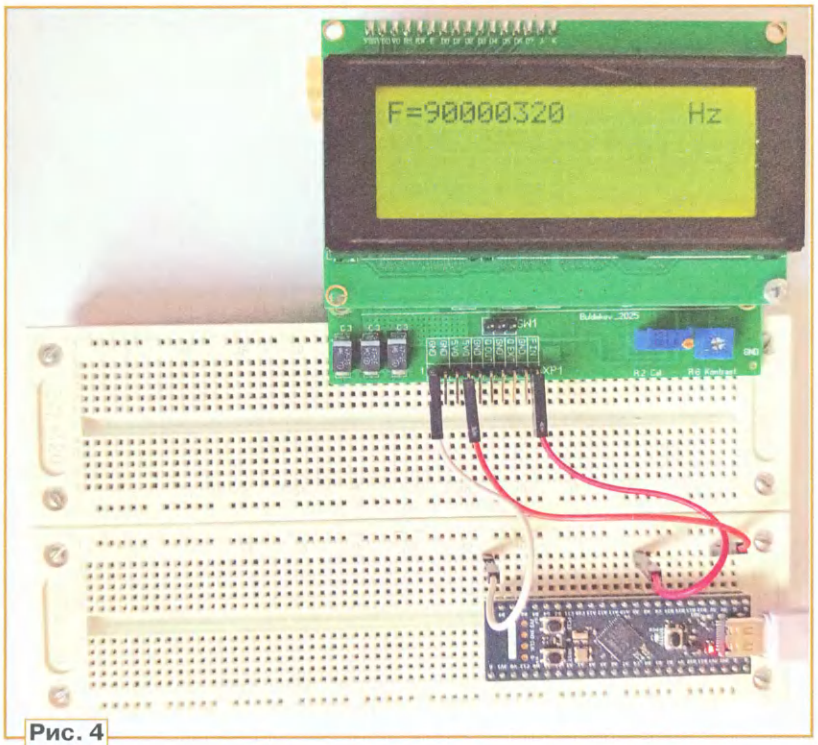


Рис. 4

Действительные технические характеристики. В процессе тестирования выявлено, что PLL STM32G431 сохраняет стабильность работы в более широких режимах:

— минимальная F_mco 125 кГц (PLLM=4, PLLN=8, PLLR=8, MCODIV=16). На **рис. 3** на экране ЖКИ частотомера показана минимальная выходная частота. Для минимальной частоты используйте наибольшие значения коэффициентов деления: PLLR=8, MCODIV=16. Старайтесь подобрать их так, чтобы частота VCO была как можно ближе к нижней границе допустимого диапазона работы (192 МГц);

— максимальная F_mco 90 МГц (PLLM=2, PLLN=45, PLLR=2, MCODIV=1). На **рис. 4** на экране ЖКИ частотомера показана максимальная выходная частота;

— при некоторых значениях переменных выходная частота может быть нестабильна, даже если частота VCO находится в пределах допустимого диапазона. Кратковременный дрейф частоты при этом может временно достигать значений выше 1 ppm.

Плата на основе чипа STM32G431 является генератором частот с высокой стабильностью, точностью и широким диапазоном изменения частоты.

Решение может успешно использоваться как в качестве тактового генератора для цифровых устройств, так и в роли калибровочного источника сигналов для радиолюбительских и измерительных задач. Практическая ценность проекта заключается в его простоте, доступности для повторения и возможности лёгкой интеграции в существующие системы без модификации аппаратной части. Соблюдение технических ограничений по максимальной частоте и нагрузке на выводе PA8 гарантирует надёжную работу устройства в течение длительного времени. Проект открыт для воспроизведения и дальнейших доработок.

ЛИТЕРАТУРА

1. STM32G431x6, STM32G431x8, STM32G431xB. Arm® Cortex® -M4 32-bit MCU+FPU, 170 MHz /213 DMIPS, up to 128 KB Flash, 32 KB SRAM, rich analog, math accelerator. — URL: **https://www.st.com/resource/en/datasheet/stm32g431c6.pdf** (10.08.25).

2. WeActStudio/WeActStudio.STM32G431CoreBoard. — URL: **https://github.com/WeActStudio/WeActStudio.STM32G431CoreBoard** (10.08.25).

***От редакции**. Файл для программирования микроконтроллера находится по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2026/01/gen_stm32.zip** на нашем ftp-сервере.*

Обращаем внимание авторов журнала "Радио"!

За опубликованные в журнале статьи выплачивается гонорар. В настоящее время размер гонорара за технические статьи (описание конструкций или технических решений) — 1500 руб. за полосу (страницу в журнале), за научно-популярные и информационные — 1000 руб. за полосу.

Материалы статей (текстовые и графические в распространённых форматах *.doc, *.bmp, *.jpg) желательно высылать по электронной почте на адрес **mail@radio.ru**. Полученные авторские материалы редактируются и затем высылаются авторам на согласование. Сроки публикации зависят от продолжительности редактирования и наличия в редакционном портфеле аналогичных статей.

Редакция

МОДУЛЬНАЯ РЕКЛАМА

Дистанционные курсы обучения программированию микроконтроллеров STM32, AVR, Arduino, PIC и др.

Занятия проводятся по электронной почте или on-line с помощью программ с трансляцией экрана.

Обучение может быть направлено на решение стоящей перед вами задачи.

E-mail: micro51@mail.ru
т. +7-912-619-5167

* * *

Маленькие детали большого успеха!
www.radiodetali.perm.ru
Тел: 8-800-201-75-54

Сдвоенный многооборотный переменный резистор

С. МОРОЗОВ, г. Минск, Беларусь

Для перестраиваемых RC-генераторов или активных RC-фильтров может потребоваться сдвоенный переменный резистор высокой точности. Поскольку приобрести резистор не всегда возможно, я задумался, как можно с минимальными затратами сделать такой резистор самостоятельно. Внимание привлёк так называемый многооборотный потенциометр WXD3-13-2W (**рис. 1**) (URL: **https://clck.ru/ 3PW7YS** (01.10.25)).

Рис. 1

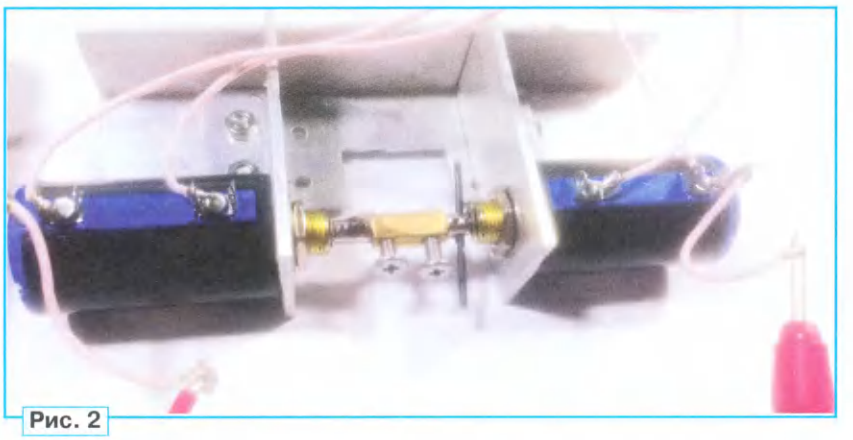


Рис. 2

Его **основные параметры**:

Допуск, % 5
Линейность, % 0,3
Номинальная мощность, Вт 2
Угол поворота, градусов . . . . . .3600 ±20

Чтобы сделать на основе двух таких переменных резисторов сдвоенный, можно соединить их валы с помощью втулки. Тогда при вращении вал одного резистора будет перемещаться по часовой стрелке, а другого — против. Для проверки такой возможности была собрана временная конструкция (**рис. 2**). В одном из валов просверлено отверстие и вставлено сверло для начального позиционирования. Затем втулка закреплена на обоих валах винтами. Для проведения измерений использована схема, показанная на **рис. 3**. При вращении валов показания вольтметра менялись от 20 мВ до 90 мВ, причём

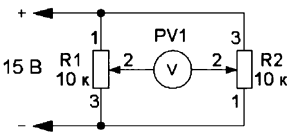


Рис. 3

эти изменения происходили достаточно линейно. При напряжении питания 15 В и сопротивлении резисторов 10 кОм отклонения не превышали 0,6 %.

Для вращения такого сдвоенного резистора можно использовать насаженное на втулку колёсико, для которого на передней панели прибора сделан паз. Поскольку шкалу для такого резистора сделать непросто, при его использовании в RC-генераторе индикацию частоты проще сделать на основе цифрового частотомера. ■

Корректировка характеристики терморезисторного датчика

С. БИРЮКОВ, г. Москва

При эксплуатации дистанционного извещателя температуры ("Радио", 2025, № 8, с. 39—43) автор выяснил, что встроенный датчик завышает показания примерно на 3 °С при комнатной температуре и на 2 °С при температуре, близкой к нулю. Было решено исправить этот недостаток.

В извещателе в качестве выносного установлен термодатчик DS18B20 с цифровым выходным сигналом и реальной погрешностью менее 0,2 °С, а в качестве встроенного — терморезистор.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Для различных термометров, не требующих высокой точности измерений, практически стандартными датчиками температуры стали терморезисторы, имеющие при температуре 25 °С номинальное сопротивление 10 кОм. Зависимость сопротивления такого терморезистора Rt от температуры выражается формулой [1]:

$Rt = R_0 \cdot e^{B/T}$,

где R_0 — константа, имеющая размерность сопротивления; B — константа, имеющая размерность температуры; T — абсолютная температура в К.

Для "стандартного" терморезистора R_0 = 0,017515 Ом, B = 3950 К.

То, что штатный термодатчик извещателя завышает температуру, означает, что его сопротивление ниже требуемого для корректной обработки и индикации.

Первой попыткой устранения дефекта извещателя явилась замена штатного встроенного датчика на залитый в металлический цилиндр термодатчик с кабелем и разъёмом [2], однако он не стыковался с разъёмом извещателя, и пришлось в устройстве заменить этот разъём. Было проверено несколько таких датчиков, но все они занижали измеряемую температуру, т. е. их сопротивление было больше, чем необходимо.

Этот результат навёл на очевидную мысль, что дело не в датчике, а в самом извещателе, в цепях или программе преобразования сопротивления датчика в числовое значение температуры. Чтобы понять, какой датчик требуется, необходимо было проверить функциональную зависимость показаний термометра от сопротивления датчика.

В наличии были резисторы с допуском 1 % и сопротивлением 10 кОм. К разъёму извещателя эти резисторы подключались при различных сочетаниях соединений и фиксировались передаваемые извещателем значения температур, результаты приведены в первых двух строках **таблицы**.

Для того, чтобы определить константы в формуле для термодатчика, который будет обеспечивать правильные показания, необходимо по требуемому сопротивлению терморезистора при двух крайних температурах произвести расчёт по формулам [1]:

$B = \ln(R_{T1}/R_{T2})/(1/T1-1/T2)$ (в [1] перепутаны числитель и знаменатель),

$R_0 = R_{T1} \cdot e^{-B/T1}$.

По данным для максимальной и минимальной температур первых двух строк таблицы рассчитаны значения B и R_0, требуемые для терморезистора, с которым устройство будет определять правильно температуры на концах рассматриваемого интервала:

B = 3940 K, R_0 = 0,017059 Ом.

Константа B, требуемая для датчика извещателя, практически соответствует "стандартному" датчику, а сопротивление — меньше.

В третьей строке таблицы приведены рассчитанные значения сопротивлений требуемого терморезистора для всех четырёх точек рассматриваемого интервала (в крайних — для контроля правильности расчёта). По результатам расчёта можно сделать вывод, что, если подобрать терморезистор с требуемыми параметрами B и R_0, показания извещателя в интервале 0...40 °С будут точными.

Сопротивление, Ом	5000	10000	20000	30000
Индицируемая температура, °С	40	23	9	1
Расчётное сопротивление, Ом	5000	9851	19950	30000

Рассчитаем, какое сопротивление терморезистора должно быть для стандартной температуры 25 °С, чтобы извещатель не завышал показаний:

$R_{25} = 0{,}017059 \times e^{3940/298} =$ = 9422 Ом.

Естественно, что при установке терморезистора со стандартным значением сопротивления 10 кОм ошибка будет весьма заметной.

Для устранения этого дефекта последовательно со штатным был включён имевшийся в наличии терморезистор ММТ-4а с сопротивлением 1 кОм. В результате при комнатной температуре показания стали соответствовать ей, а при близкой к 0 °С были занижены примерно на 1 °С, т. е. при этой температуре его сопротивление было выше требуемого. Это можно объяснить большим разбросом коэффициента B для терморезисторов ММТ-4а, равным 2060...4300 [3].

Для повышения показаний при нулевой температуре к последовательно соединённым терморезисторам параллельно был подключен обычный резистор сопротивлением 470 кОм, что сделало показания правильными при температуре, близкой к 0 °С, практически не повлияв на погрешность при комнатной.

Для уменьшения времени установления показаний, что полезно при регулировке устройства, чувствительный элемент терморезистора ММТ-4а целесообразно извлечь из корпуса. Для этого можно на наковаленке разбить молотком стеклянный изолятор и, нагревая паяльником противоположный конец корпуса, извлечь из него этот элемент. Также следует снять с него изолирующую трубку.

Вполне реально было приобрести терморезисторы в форме капли диаметром менее 2 мм с требуемым сопротивлением (например, 100 кОм, 10 кОм и 1 кОм) в интернет-магазине [4], их цена не превышает одного доллара за 10 шт. и, подключая несколько резисторов 1 кОм параллельно или последовательно между собой и последовательно с терморезистором извещателя, получить необходимый результат. При необходимости уменьшения сопротивления термодатчика можно параллельно ему подключить терморезисторы с сопротивлением 100 кОм, один или несколько штук, соединённые последовательно или параллельно. При покупке терморезисторов следует следить за значением коэффициента B, он обычно указывается среди параметров и должен быть равен 3950 К.

Проверку работы извещателя, в том числе и при температуре, близкой к нулю, автор проводил при питании от аккумулятора, закрепив выносной датчик клейкой лентой вплотную к торцу извещателя, где установлен встроенный датчик, и сравнивая их показания.

Интересно отметить, что сотовая связь с извещателем осуществлялась даже при его установке в холодильник при закрытой дверце.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Алёшин П.** Линеаризация терморезисторного моста. — Радио, 1997, № 11, с. 58, 59.

2. LAUBEI Термодатчик температуры NTC 50см 10K 1%. — URL: **https://ali.click/ne3ctf** (15.12.25).

3. **Аксёнов А. И., Нефёдов А. В.** Резисторы, конденсаторы, провода, припои, флюсы. — М.: Солон-Р, 2000, с. 89.

4. Терморезисторы TZT NTC-MF52AT. — URL: **https://ali.click/ci3ctm** (15.12.25).

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Устройство для преобразования пропорциональных команд многоканальной системы дистанционного управления моделями в дискретные команды

О. ИЛЬИН, г. Казань

В настоящее время в технике дистанционного управления авиа-, авто- и судомоделями преобладают многоканальные пропорциональные системы, в которых органы управления моделью повторяют движение соответствующих рукояток управления передатчика по углу и скорости их отклонения [1—4].

Для пилотирования модели самолета необходимо, как правило, четыре канала пропорционального управления: канал управления двигателем ("обороты больше-меньше"), канал управления рулём направления ("влево-вправо"), канал тангажа ("вверх-вниз") и канал крена ("крен влево-крен вправо"). При этом в передатчике задействованы две независимые друг от друга рукоятки управления, отклонением которых задают значения пропорциональных команд в соответствующих каналах.

В отличие от авиамоделей, для авто- и судомоделей обычно нужны только два канала пропорционального управления: канал управления двигателем силовой установки и канал управления рулевым механизмом модели, но при этом требуется множество дискретных команд, например, для реверсирования направления движения ("вперёд-назад"), включения ходовых огней, гудка или сирены, имитации звуков выстрелов орудийных башен и т. п., поэтому для этих моделей больше подходит пропорционально-дискретная аппаратура дистанционного управления, например, описанная в [5, 6], однако она достаточно сложна.

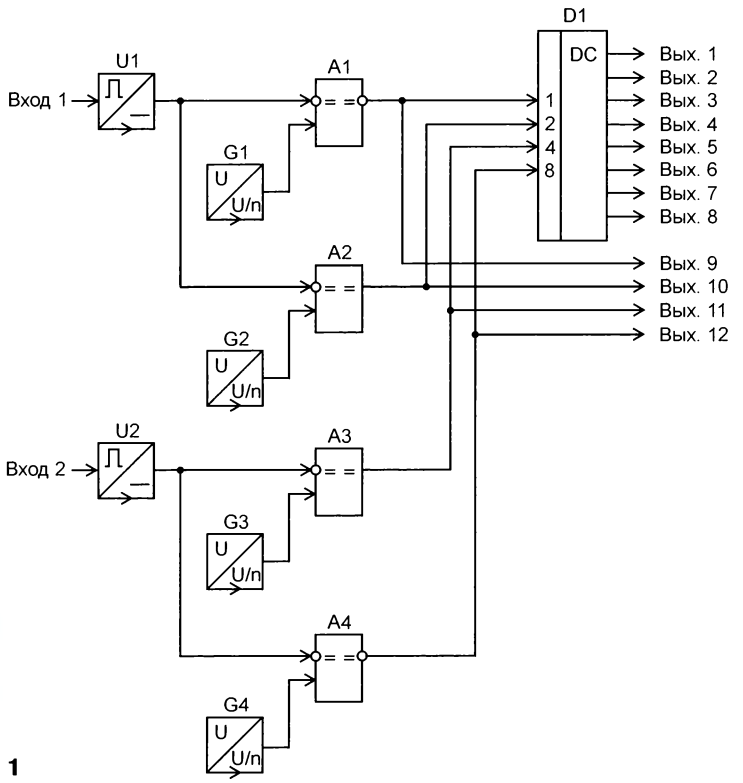


Рис. 1

Предлагаю относительно простое устройство, которое преобразует избыточные для авто- и судомоделей пропорциональные команды передатчика многоканальной системы дистанционного управления авиамоделями (широтно-модулированные канальные импульсы на соответствующих выходах дешифратора приёмника) в необходимые для авто- и судомоделей дискретные команды. Кроме дистанционного управления моделями, это устройство может найти применение и в других областях телемеханики, где требуются дискретные команды. Например, оно может быть использовано для формирования команд дистанционного управления автоматическими воротами и шлагбаумами, освещением, камерами видеонаблюдения, бытовыми электроприборами и т. п. Устройство выполнено на доступной элементной базе, несложно в налаживании и стабильно в работе.

Основные технические характеристики

Амплитуда канальных импульсов на входе, В, не менее 3
Длительность канальных импульсов на входе, мс . . . . . 1...2
Период следования канальных импульсов на входе, мс 20
Амплитуда импульсов дискретных команд на выходе, В, не менее 4,5
Число дискретных команд 8
Максимальное число исполнительных устройств, приводимых в действие одновременно 3
Напряжение питания, В 5
Потребляемый ток, мА, не более 15

Функциональная схема устройства представлена на **рис. 1**, где A1—A4 — компараторы напряжения, D1 — дешифратор, G1—G4 — формирователи поро-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

говых напряжений, U1, U2 — интеграторы. На **рис. 2** схематически изображена при виде сверху рукоятка управления передатчика дистанционного управления авиамоделями, которой задают значения пропорциональных команд в каналах тангажа и крена. Стрелки указывают фиксированные направления, по которым перемещают эту рукоятку для формирования устройством дискретных команд, а цифры 1—8 у конца стрелок — номера её конечных положений

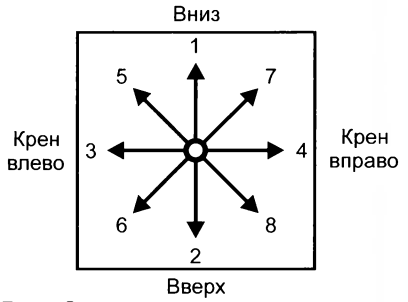


Рис. 2

(номера дискретных команд). Вторая рукоятка управления передатчика, которая на рис. 2 не показана, используется для формирования пропорциональных команд в каналах управления двигателем силовой установки и рулевым механизмом авто- и судомоделей. На **рис. 3—7** представлены временные диаграммы напряжений в характерных точках функциональной схемы этого устройства. Для наглядности масштаб по осям абсцисс и ординат не соблюдён, а эпюры напряжений изображены упрощённо.

Устройство работает так. При нейтральном положении рукоятки управления передатчика на первый и на второй входы устройства с выходов каналов тангажа и крена дешифратора приёмника системы дистанционного управления поступают импульсы напряжений $U_{вх.\ 1}$ и $U_{вх.\ 2}$ (см. рис. 3) соответственно, длительность которых равна t_0, а период следования — T. Интеграторы U1 и U2 преобразуют импульсы напряжений $U_{вх.\ 1}$ и $U_{вх.\ 2}$ в пропорциональные их длительности постоянные напряжения $U_{вых.\ U1}$ и $U_{вых.\ U2}$, при этом напряжения $U_{вых.\ U1}$ и $U_{вых.\ U2}$ не выходят за границы интервалов, ограниченных сверху и снизу пороговыми напряжениями $U_{порог.\ A1}$, $U_{порог.\ A2}$ и $U_{порог\ A2}$, $U_{порог.\ A4}$, сформированными функциональными узлами G1—G4, следствием чего является низкий уровень напряжений $U_{вых.\ A1}$, $U_{вых.\ A2}$, $U_{вых.\ A3}$, $U_{вых.\ A4}$ на выходах компараторов A1—A4.

В положении 1 рукоятки управления передатчика, соответствующем максимальной длительности импульсов t_{max} (см. рис. 4) в канале тангажа и длительности импульсов в канале крена, равной t_0, напряжение $U_{вых.\ U1}$, поступающее на инвертирующие входы компараторов A1 и A2, больше пороговых напряжений $U_{порог.\ A1}$ и $U_{порог\ A2}$. На инвертирующем выходе компаратора A1 формируется напряжение $U_{вых.\ A1}$ высокого уровня, а на неинвертирующем выходе компаратора A2 — напряжение $U_{вых.\ A2}$ низкого уровня.

В положении 3 рукоятки управления передатчика, соответствующем минимальной длительности импульсов t_{min} (см. рис. 6) в канале крена и длительности импульсов в канале тангажа, равной t_0, напряжение $U_{вых\ U2}$, поступающее на инвертирующие входы компараторов A3 и A4, меньше пороговых напряжений $U_{порог.\ A3}$, $U_{порог.\ A4}$. На неинвертирующем выходе компаратора A3 формируется напряжение $U_{вых.\ A3}$

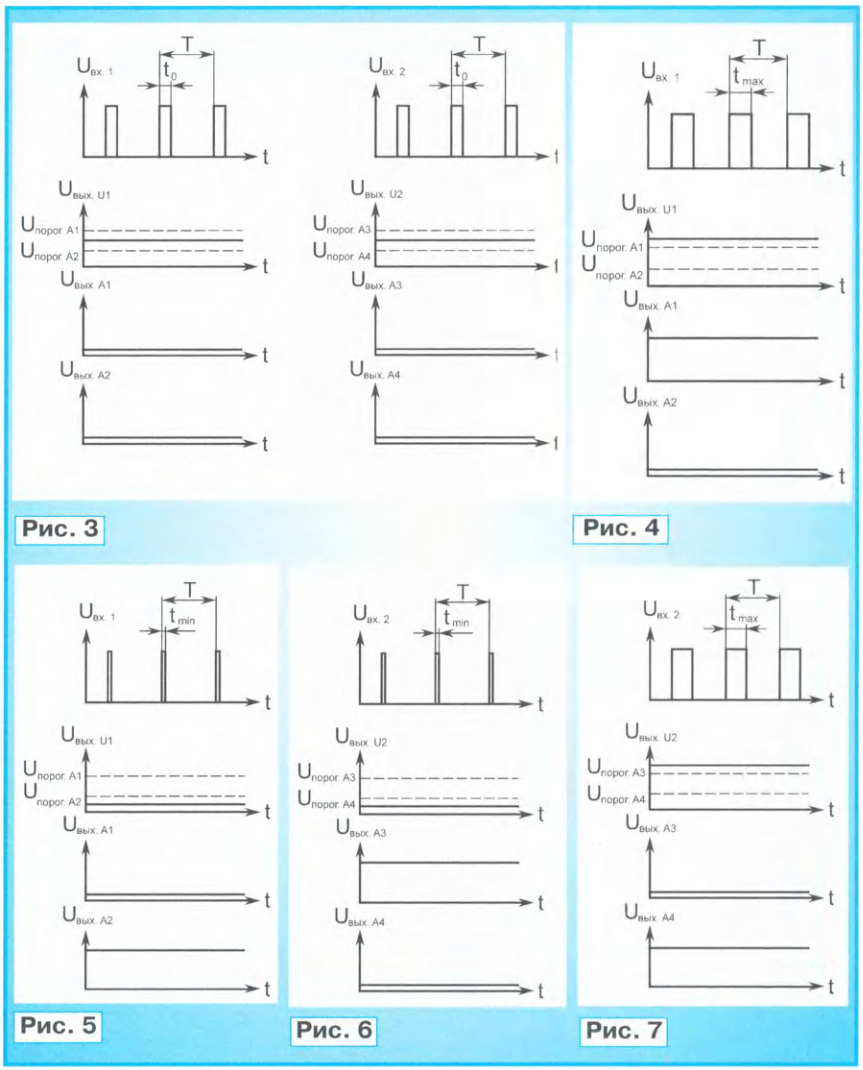


Рис. 3 Рис. 4 Рис. 5 Рис. 6 Рис. 7

В положении 2 рукоятки управления передатчика, соответствующем минимальной длительности импульсов t_{min} (см. рис. 5) в канале тангажа и длительности импульсов в канале крена, равной t_0, напряжение $U_{вых.\ U1}$, поступающее на инвертирующие входы компараторов A1 и A2, меньше пороговых напряжений $U_{порог.\ A1}$, $U_{порог.\ A2}$. На инвертирующем выходе компаратора A1 формируется напряжение $U_{вых.\ A1}$ низкого уровня, а на неинвертирующем выходе компаратора A2 — напряжение $U_{вых.\ A2}$ высокого уровня.

высокого уровня, а на инвертирующем выходе компаратора A4 — напряжение $U_{вых.\ A4}$ низкого уровня.

В положении 4 рукоятки управления передатчика, соответствующем максимальной длительности импульсов t_{max} (см. рис. 7) в канале крена и длительности импульсов в канале тангажа, равной t_0, напряжение $U_{вых.\ U2}$, поступающее на инвертирующие входы компараторов A3 и A4, больше пороговых напряжений $U_{порог.\ A3}$, $U_{порог.\ A4}$. На неинвертирующем выходе компаратора A3

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Положение рукоятки управления передатчика	Состояние выходов компараторов А1—А4				Состояние выходов устройства											
	Позиционное обозначение компаратора				Номер выхода											
	А4	А3	А2	А1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Нейтральное	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
2	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
3	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
4	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
5	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0
6	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0
7	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1
8	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1

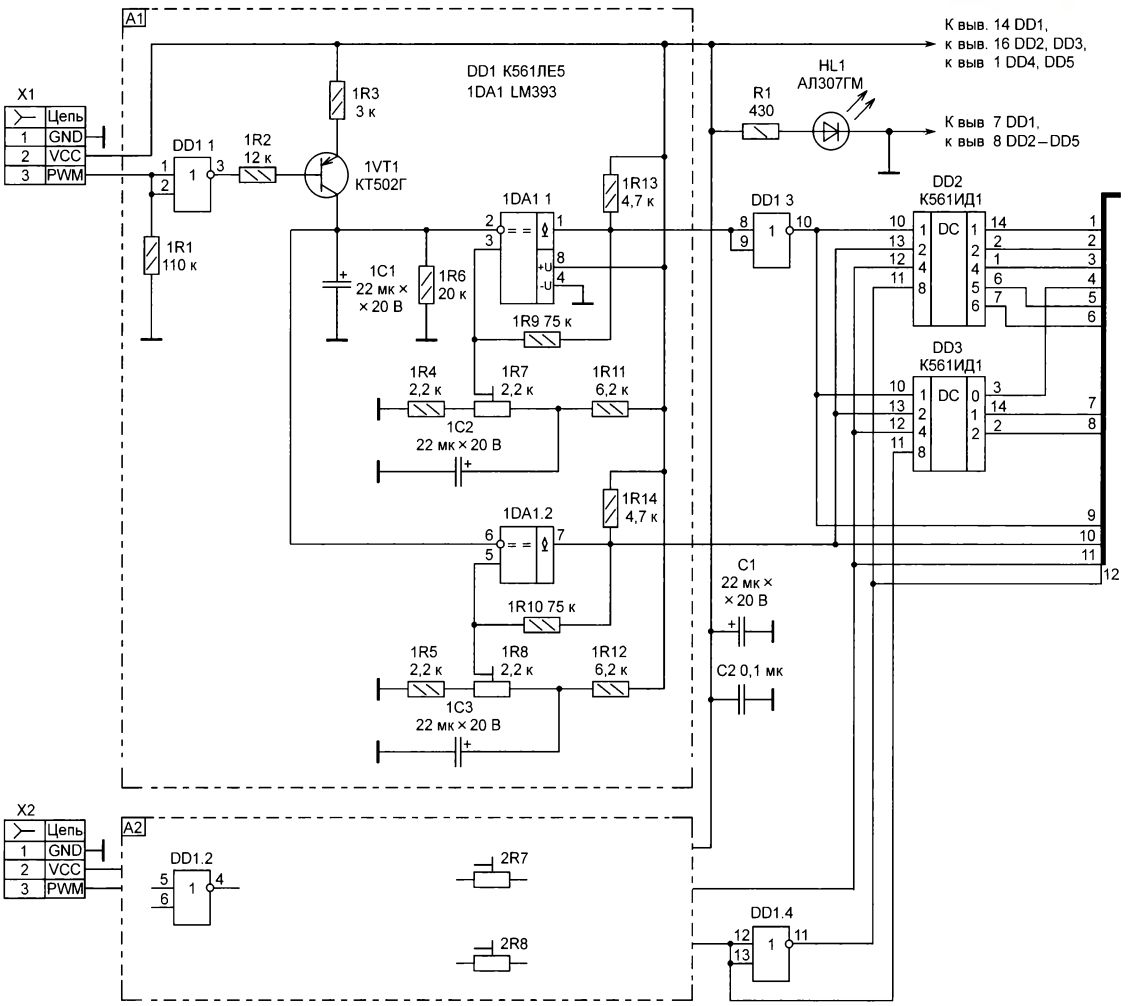


Рис. 8

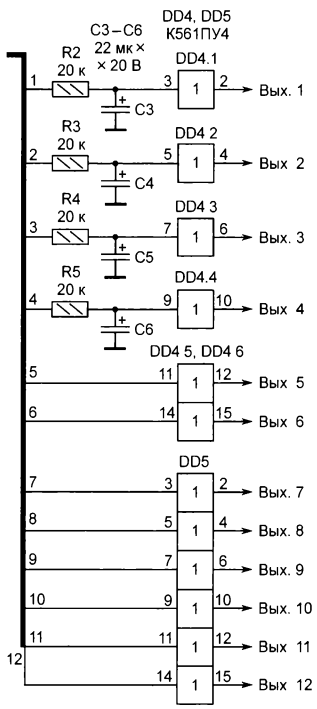
формируется напряжение $U_{вых.\ A3}$ низкого уровня, а на инвертирующем выходе компаратора А4 — напряжение $U_{вых.\ A4}$ высокого уровня.

Аналогичным образом формируются напряжения $U_{вых.\ A1}$, $U_{вых.\ A2}$, $U_{вых.\ A3}$, $U_{вых.\ A4}$ на выходах компараторов А1—А4 в положениях 5—8 рукоятки управления передатчика. В положении 5 рукоятки управления передатчика длительность импульсов в канале тангажа равна t_{max}, а в канале крена — t_{min}. На выходах компараторов А1 и А3 формируются напряжения $U_{вых.\ A1}$ и $U_{вых.\ A3}$ высокого уровня. В положении 6 рукоятки управления передатчика длительность импульсов в каналах тангажа и крена равна t_{min}. На выходах компараторов А2 и А3 формируются напряжения $U_{вых.\ A2}$ и $U_{вых.\ A3}$ высокого уровня. В положении 7 рукоятки управления передатчика длительность импульсов в каналах тангажа и

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

крена равна t_{max}. На выходах компараторов A1 и A4 формируются напряжения $U_{вых.\ A1}$ и $U_{вых.\ A4}$ высокого уровня. В положении 8 рукоятки управления передатчика длительность импульсов в канале тангажа равна t_{min}, а в канале крена — t_{max}. На выходах компараторов A2 и A4 формируются напряжения $U_{вых.\ A2}$ и $U_{вых.\ A4}$ высокого уровня.

Таким образом, в зависимости от положений 1—8 рукоятки управления передатчика компараторы A1—A4 формируют на своих выходах параллельный четырёхразрядный двоичный код: первый (младший) разряд формирует компаратор A1, второй разряд — компаратор A2, третий разряд — компаратор A3, четвёртый (старший) разряд — компаратор A4. Этот код с выходов компараторов A1—A4 поступает на входы 1—8 дешифратора D1, преобразующего код на его входах так, что номер выхода дешифратора D1, на котором формируется напряжение высокого



уровня, соответствует номеру дискретной команды. Состояние выходов компараторов A1—A4 и выходов 1—12 устройства в зависимости от положений 1—8 рукоятки управления передатчика (номеров дискретных команд) приведено в **таблице**, где 0 — низкий уровень напряжения, 1 — высокий уровень напряжения.

При появлении в соответствии с номером дискретной команды на одном из выходов 1—8 дешифратора напряжения высокого уровня приводится в действие подключённое к этому выходу исполнительное устройство. Причём в положениях 1—4 рукоятки управления передатчика высокий уровень напряжения формируется не только на выходах 1—4 устройства, но и на его выходах 9—12, а в положениях 5—8 этой рукоятки высокий уровень напряжения формируется не только на выходах 5—8 устройства, но и попарно на его выходах 9 и 11, 10 и 11, 9 и 12, 10 и 12, что позволяет привести в действие одновременно от двух до трёх исполнительных устройств, подключённых к выходам 1—12.

Схема устройства показана на **рис. 8**, где элементы, повторяющиеся в каналах тангажа и крена, объединены в функциональные узлы A1 и A2. Поскольку эти узлы одинаковы, далее описан только один из них — узел A1 элементов канала тангажа.

Разъёмы X1 и X2 обеспечивают соединение первого и второго входов устройства с выходами приёмника системы дистанционного управления, предназначенными для подключения сервоприводов каналов тангажа и крена соответственно (цепи PWM). Через эти же разъёмы на устройство с соответствующих выходов приёмника подаётся стабилизированное напряжение питания +5 В (цепи VCC). Светодиод HL1 и токоограничивающий резистор R1 образуют узел индикации, оповещающий о поступлении на устройство напряжения питания. Конденсаторы C1, C2 — фильтрующие.

На логическом элементе DD1.1, транзисторе 1VT1, резисторах 1R1—1R3, 1R6 и конденсаторе 1C1 собран интегратор (U1 на рис. 1). Времязадающие элементы интегратора — резисторы 1R3, 1R6 и конденсатор 1C1. Резистор 1R2 задаёт ток базы работающего в режиме ключа транзистора 1VT1. Когда транзистор 1VT1 открыт низким уровнем напряжения, сформированным на выходе логического элемента DD1.1, конденсатор 1C1 заряжается через резистор 1R3, при высоком уровне напряжения на выходе логического элемента 1DD1.1 транзистор 1VT1 закрывается, а конденсатор 1C1 разряжается через резистор 1R6. Резистор 1R1 устраняет неопределённое состояние логического элемента DD1.1 при отсутствии сигнала в цепи PWM.

На элементах 1DA1.1, 1DA1.2 собраны компараторы напряжения (A1, A2 на рис. 1), охваченные через резисторы 1R9, 1R10 положительной обратной связью. Резисторы 1R13, 1R14 — нагрузочные. Делители напряжения 1R4,1R7,1R11 и 1R5,1R8, 1R12 — формирователи пороговых напряжений (G1, G2 на рис. 1). Конденсаторы 1C2, 1C3 — фильтрующие.

Логические элементы DD1.3, DD1.4 — инверторы выходного сигнала компараторов A1, A4 (см. рис. 1). На микросхемах DD2, DD3 собран дешифратор (D1 на рис. 1). Интегрирующие цепи R2C3, R3C4, R4C5, R5C6 (на рис. 1 не показаны) подавляют короткие паразитные импульсы, появляющиеся на выходах 1, 2, 4 микросхемы DD2 и выходе 0 микросхемы DD3 (выходы 1—4 дешифратора D1 на рис. 1) при перемещении рукоятки управления передатчика из нейтрального положения в положения 5—8 и обратно. Эти импульсы появляются вследствие неточного совпадения моментов формирования компараторами функциональных узлов A1, A2 двух логических единиц в цифровых кодах, соответствующих положениям 5—8 рукоятки управления передатчика (см. таблицу).

Элементы DD4.1—DD4.4 преобразуют сформированные на выходах интегрирующих цепей R2C3, R3C4, R4C5, R5C6 командные импульсы с пологими фронтами и спадами в импульсы с крутыми перепадами. Эти импульсы поступают на соответствующие выходы 1—4 устройства. Микросхемы DD4 и DD5 формируют высокие и низкие уровни командных импульсов на выходах 1—12 устройства и обеспечивают одинаковую нагрузочную способность этих выходов.

Устройство смонтировано навесным способом на макетной плате.

В устройстве применены танталовые оксидно-полупроводниковые конденсаторы К53-16, конденсатор C2 — керамический К10-17-1а, вместо них допустимо использовать конденсаторы других типов с аналогичными параметрами. Постоянные резисторы — С2-33, возможная замена — С2-23, МЛТ, ОМЛТ. Подстроечные резисторы — многооборотные импортные, вместо них можно использовать отечественные РП1-48, СП3-39 или другие подходящие. Разъёмы X1, X2 — типовые, применяемые для подключения сервоприводов.

Светодиод АЛ307ГМ заменим другим, подходящим по цвету и яркости свечения. Транзисторы КТ502Г можно заменить транзисторами этой же серии или любыми другими подходящими p-n-p транзисторами. Импортные сдвоенные компараторы напряжения LM393 заменимы отечественными КР1040СА1. Микросхемы К561ЛЕ5, К561ИД1, К561ПУ4 заменимы функциональными аналогами серии 564 или импортными серии 4001, 4028, 4050 соответственно.

Налаживание устройства сводится к установке подстроечны-

ми резисторами 1R7, 1R8, 2R7, 2R8 (см. рис. 8) в нейтральном положении рукоятки управления передатчика пороговых напряжений $U_{порог. A1}$, $U_{порог. A2}$, $U_{порог. A3}$, $U_{порог A4}$ так, чтобы при перемещении этой рукоятки в положения 1—8 состояние выходов компараторов A1—A4 и выходов 1—12 устройства изменялось в соответствии с данными, приведёнными в таблице. В авторском экземпляре устройства при напряжении питания 5 В напряжения $U_{вых. 1}$, $U_{вых. 2}$ на выходах интеграторов U1, U2 в нейтральном положении рукоятки управления передатчика равны 1,65 и 1,64 В соответственно. При перемещении рукоятки управления передатчика в положения 1—8 эти напряжения изменяются от 1,34 до 1,91 В и от 1,33 до 1,9 В, при этом $U_{порог. A1}$ = 1,87 В, $U_{порог. A2}$ = 1,4 В, $U_{порог. A3}$ = 1,4 В, $U_{порог. A4}$ = 1,87 В.

Описанное устройство автор использует совместно с приёмником FlySky FS-R6B и передатчиком Turnigy 9X-M2.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Войцеховский Я.** Дистанционное управление моделями. Пособие моделиста и радиолюбителя. Пер. с польск. Под ред. А. П. Павлова и Н. Н. Путятина. — М.: Связь, 1977, с. 50—54, 180—186.

2. **Васильченко М. Е., Дьяков А. В.** Радиолюбительская телемеханика. — М.: Энергия, 1979, с. 4—19, 83—85.

3. **Миль Г.** Электронное дистанционное управление моделями / Пер. с нем. В. Н. Пальянова. — М.: ДОСААФ, 1980, с. 44—114, 274—297.

4. **Днищенко В. А.** 500 схем для радиолюбителей. Дистанционное управление моделями. — СПб.: Наука и техника, 2007, с. 20—37.

5. **Дьячихин В., Катин Л.** Пропорциональное плюс дискретное. — Моделист-конструктор, 1975, № 10, с. 38, 39; № 11, с. 34—36.

6. **Ильин О.** Шифратор и дешифратор пропорционально-дискретных команд для многоканальной системы дистанционного управления моделями. — Радио, 2023, № 3, с. 42—48; № 4, с. 37—43.

Блок контроля доступа

С. ШИШКИН, г. Саров Нижегородской обл.

В статье предложен вариант построения блока контроля доступа на основе микроконтроллера семейства AVR.

Предположим, имеется фирма-производитель. Она сдаёт в аренду производственный склад или складское помещение двум своим контрагентам для хранения комплектующих и материалов. Производственная специфика такова, что контрагенты должны вместе и одновременно присутствовать на производственном складе. При необходимости фирма-производитель может ограничить контрагентам доступ на склад. В таком случае фирма-производитель будет иметь права администратора. Соответственно, контрагенты будут иметь одинаковые права пользователей. Получается, что число уровней доступа — два. Уровень доступа № 1 имеет приоритет над уровнем доступа № 2. Уровень доступа № 1 (администратор) имеет сотрудник фирмы-производителя. Уровень доступа № 2 имеют пользователи в лице контрагентов. Предлагаемый блок контроля доступа (далее блок) реализует вышеуказанный алгоритм и формирует сигнал для электронного замка на от-

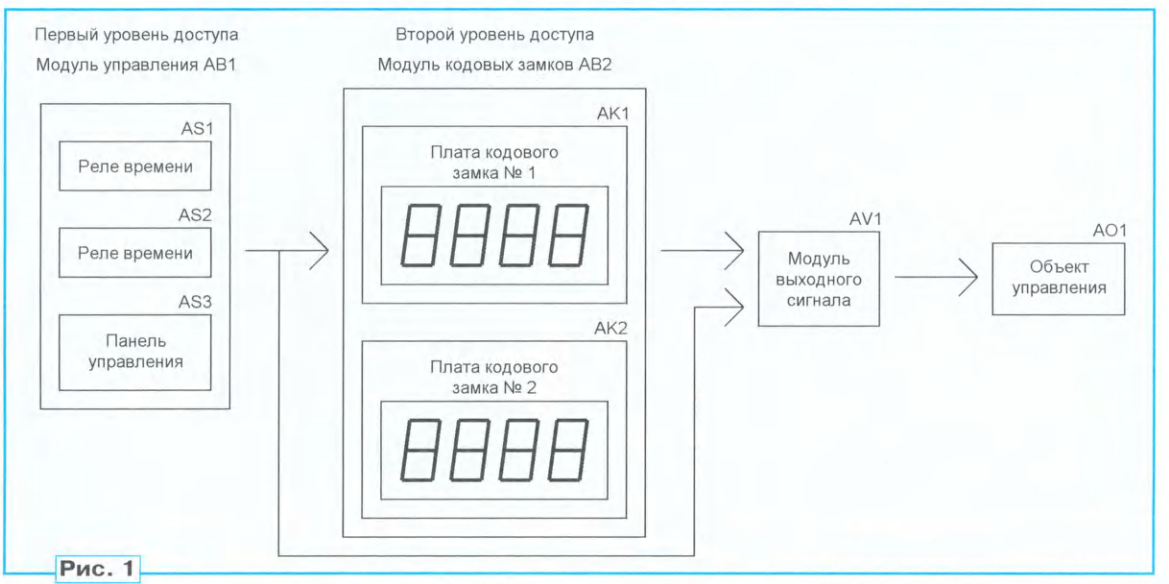


Рис. 1

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

крывание входной двери производственного склада.

Основные функции блока:

— ограничение доступа пользователей;

— доступ в заданные интервалы времени.

Структурная схема блока приведена на **рис. 1**.

Основные составные части блока на структурной схеме: модуль управления AB1, модуль кодовых замков AB2, модуль выходного сигнала AV1, объект управления AO1. Модуль управления AB1 включает в себя реле времени AS1, реле времени AS2, панель управления AS3. Модуль кодовых замков AB2 состоит из платы кодового замка № 1 AK1 и платы кодового замка № 2 AK2. Платы кодовых замков № 1 и № 2 — совершенно одинаковые устройства. У них одинаковая принципиальная схема, алгоритм работы, конструкция и программное обеспечение. Схема платы кодового замка показана на **рис. 2**.

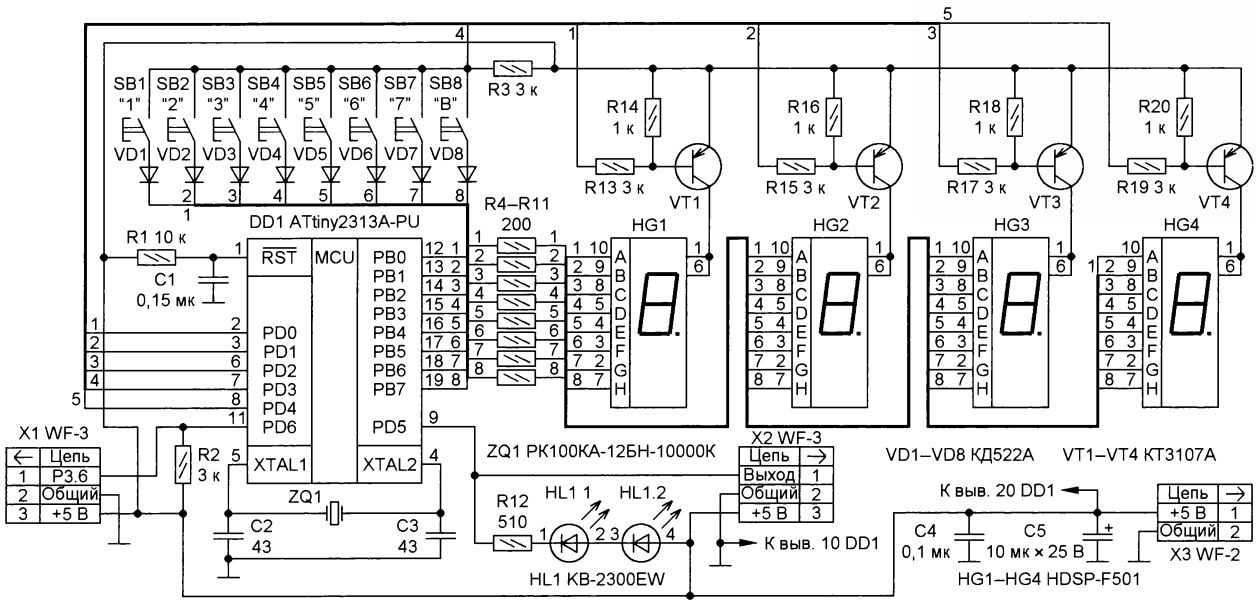


Рис. 2

Рассмотрим работу кодового замка. Интерфейс замка включает в себя индикацию (дисплей) из цифровых семиэлементных индикаторов HG1—HG4, кнопочную клавиатуру SB1—SB8, светодиодный модуль HL1. В алгоритме предусмотрено два режима работы — рабочий и записи образцового кода. Если на выводе 11 микроконтроллера (МК) DD1 присутствует лог. 0, который поступает с разъёма X1, замок находится в рабочем режиме. Если же на этом выводе присутствует лог. 1, замок работает в режиме записи образцового кода, в котором во втором разряде (индикатор HG3) загорается десятичная точка.

Кнопки и переключатели имеют следующее назначение. Кнопки SB1—SB7 промаркированы цифрами от "1" до "7" и необходимы для набора вводимого кода в рабочем режиме. В режиме записи — для набора образцового кода. Кнопка SB8, которая обозначена "B", необходима для формирования постоянного управляющего сигнала на выводе 9 DD1. Это технологическая кнопка, целесообразно, чтобы доступ к ней был ограничен.

После нажатия на кнопку SB8 на индикаторе HG4 загорается десятичная точка. Каждое нажатие на эту кнопку инвертирует сигнал на выводе 9 МК DD3, состояние индикатора HL1 и состояние десятичной точки в индикаторе HG4. После инициализации на этом выводе присутствует постоянный сигнал лог. 1, индикатор HL1 выключен. Во всех режимах на четырёхразрядном дисплее (индикаторах HG1—HG4) отображается вводимый код. Сразу после подачи питания на дисплее индицируется число 0000.

Предположим, что замок находится в рабочем режиме. На выводе 9 МК DD1 присутствует сигнал лог. 1. МК "ждёт" ввода четырёхразрядного кода. Вводимый с клавиатуры код МК индицирует на дисплее и записывает в своё ОЗУ. После ввода четвёртого разряда нужно нажать на любую кнопку из SB1—SB7. После ввода пятого разряда четырёхразрядного кода МК побайтно сравнивает его с четырёхразрядным кодом, записанным в EEPROM, т. е. с образцовым кодом. Если в рабочем режиме вводимый код совпал с образцовым кодом, МК на пять секунд подаёт сигнал лог. 0 на вывод 9. Через пять секунд обнуляет дисплей. Если вводимый код не совпал с образцовым, после ввода четвёртого разряда четырёхразрядного кода МК сразу обнуляет дисплей, на дисплее отображается число 0000, сигнал на выводе 9 МК остаётся уровня лог. 1.

Для перевода модуля в режим записи образцового кода необходимо установить лог. 1 на выводе 11 МК. Этот сигнал приходит с панели управления AS3 из состава модуля управления AB1. В этом режиме вводимый с клавиатуры код МК индицирует на дисплее и записывает в своё ОЗУ. После ввода четырёхразрядного кода необходимо нажать на любую кнопку SB1—SB7. При этом код, индицируемый на дисплее, запишется в EEPROM МК. После записи образцового кода на дисплее модуля индицируются нули. Далее для перевода модуля опять в рабочий режим необходимо установить лог. 0 на выводе 11 МК.

Тактовая частота МК задаётся генератором с внешним кварцевым резонатором ZQ1. Порт PD МК управляет динамической индикацией, которая собрана на транзисторах VT1—VT4. Резисторы R4—R11 — токоограничивающие. Сигналы для включения индикаторов поступают в порт PB МК. Для функционирования клавиатуры задействован порт PD3 (вывод 7) МК. Сразу после подачи питания на выводе 1 МК RC-цепь R1C1 формирует сигнал

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 1, 2026

системной аппаратной начальной установки МК. На дисплее индицируется код 0000. Питающее напряжение 5 В поступает с разъёма X3. Конденсатор C5 — фильтрующий, C4 — блокировочный в цепи питания МК.

В ОЗУ МК с адреса $60 по адрес $64 организован буфер отображения для динамической индикации. RAM = $60 — начальный адрес буфера отображения.

Флаги, задействованные в программе, находятся в регистрах R19 (flo) и R25 (flo1). Разработанная программа на ассемблере занимает около 0,8 КБ памяти программ. МК ATtiny2313A содержит 128 Б EEPROM (ППЗУ). Эта память организована как отдельное пространство данных, каждый байт может быть прочитан и записан. Информация в EEPROM может быть записана и стёрта в сумме как минимум 100000 раз.

Схема модуля управления AB1 показана на **рис. 3**. Рассмотрим его работу. Он содержит три основных функциональных узла: два реле времени РВЦ-П2-22 (AS1, AS2) и панель управления (панель переключателей) AS3. Два реле AS1 и AS2 определяют время рабочего интервала, в течение которого замки № 1 и № 2 могут осуществлять свои функции. Рассмотрим работу реле РВЦ-П2-22. Лицевая панель, а также положение микропереключателей в DIP-переключателях приведены на **рис. 4**.

На лицевой панели реле РВЦ-П2-22 расположены переключатель установки выдержки времени паузы tп (установка значений десятков 0—9 и единиц 0—9), переключатель установки выдержки времени импульса tи (установка значений десятков 0—9 и единиц 0—9), зелёный индикатор "U" включения напряжения питания, жёлтый индикатор срабатывания встроенного реле.

На боковой поверхности расположены два DIP-переключателя SA1 и SA2, для выбора интервалов времени паузы tп (микропереключатели 1—3 в SA1), времени импульса tи (микропереключатели 1—3 в SA2) и диаграммы работы (микропереключатели 4 в SA1 и SA2). Значение времени выдержки паузы и импульса, установленное переключателями на лицевой панели, приведённое на рис. 4, показано условно. РВЦ-П2-22 имеет восемь подинтервалов выдержки времени паузы и восемь подинтервалов выдержки времени импульса. Требуемая временная выдержка tп определяется путём умножения числового значения, установленного на переключателях "десятки" и "единицы" паузы, на множитель выбранного интервала на DIP-переключателе выбора времени паузы. Временная выдержка tи определяется также путём умножения числового значения, установленного на

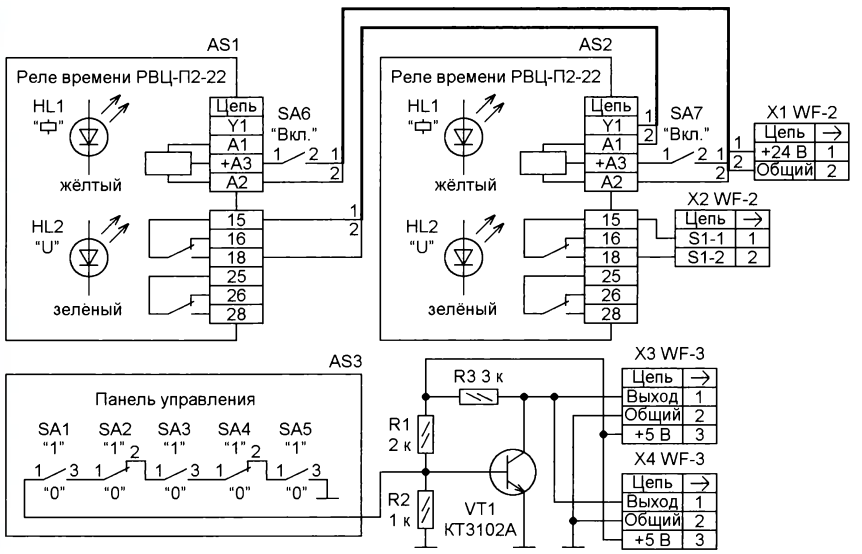


Рис. 3

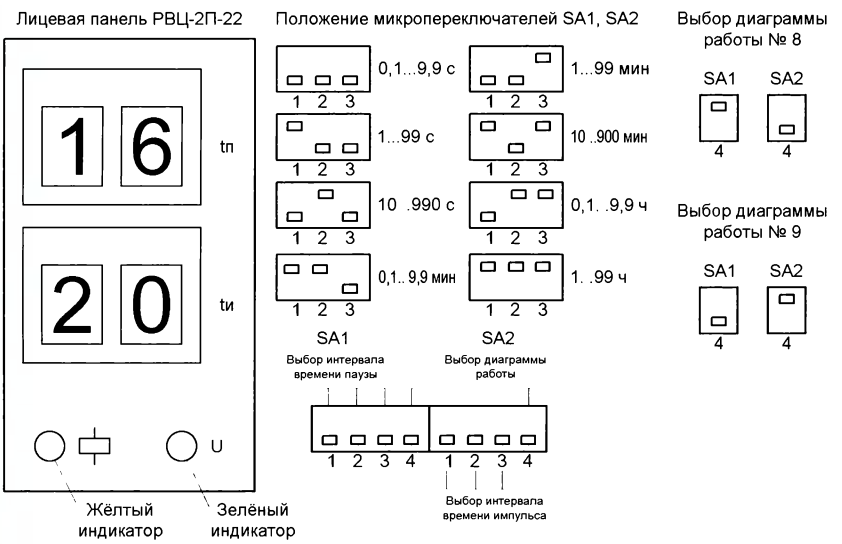


Рис. 4

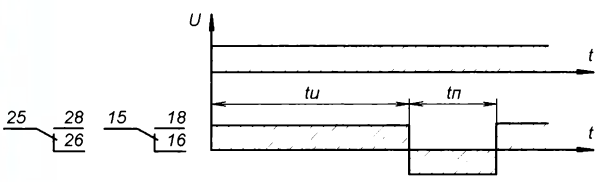


Рис. 5

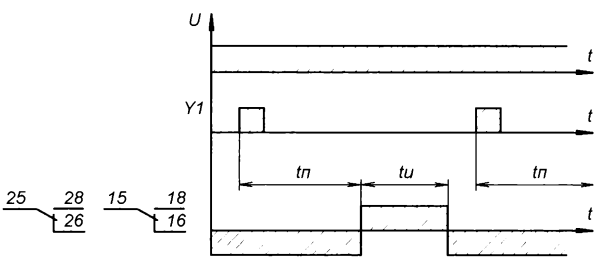


Рис. 6

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

переключателях "десятки" и "единицы" импульса, на множитель выбранного интервала на DIP-переключателе выбора времени импульса. Диаграмма работы РВЦ-П2-22 определяется положениями микропереключателей 4 в DIP-переключателях SA1, SA2. В зависимости от комбинации установленных переключателей выбирается одна из четырёх диаграмм работы реле — 7, 8, 9, 10. Номера диаграмм для РВЦ-П2-22 приводятся по внутрифирменной классификации ЗАО "МЕАНДР" [1]. Для реле AS1 необходимо выбрать диаграмму № 8. Диаграмма работы № 8 для реле РВЦ-П2-22 AS1 приведена на **рис. 5**.

По этой диаграмме реле времени осуществляет циклическое включение и отключение (бесконечный цикл) исполнительного (встроенного) реле в РВЦ-П2-22. При подаче напряжения питания исполнительное реле включается и начинается отсчёт выдержки времени импульса ti, после отработки времени импульса исполнительное реле выключается и начинается отсчёт выдержки времени паузы tп. Для реле AS2 необходимо выбрать диаграмму № 9. Диаграмма работы № 9 для реле РВЦ-П2-22 AS2 приведена на **рис. 6**.

По этой диаграмме осуществляется работа исполнительного (встроенного) реле с однократным циклом. При замыкании управляющих контактов Y1-A1 (см. рис. 3) начинается отсчёт выдержки времени паузы tп, после отработки времени паузы исполнительное реле включается и начинается отсчёт выдержки времени импульса ti, после отработки времени импульса исполнительное реле выключается. Реле AS1 задаёт период между интервалами работы электронных ключей. Реле AS2 задаёт сам интервал работы электронных ключей в заданном периоде.

Допустим, доступ на склад должен быть осуществлён периодически и ежедневно с 15-00 до 16-00, с учётом начала рабочего дня с 8-00. Это значит, что для реле времени AS1 нужно установить следующие параметры: ti = 3 с, tп = 24 ч. А для реле AS2 нужно установить: ti = 1 ч, tп = 7 ч. Сотрудник, отвечающий за работу блока, должен один раз в 8-00 включить выключатели SA6 и SA7 (см. рис. 3) в положение "Вкл.". Это значит, что сразу в 8-00 и через каждые 24 ч контакты 15—18 реле AS1, а также управляющие контакты A1-Y1 в реле AS2 будут замкнуты на 3 с. С момента замыкания этих контактов начинается отсчёт выдержки времени tп в реле времени AS2. Через 7 ч (отсчёт идет от 8-00) в 15-00 на один час замкнутся контакты 15—18 реле AS2.

Основные технические характеристики реле времени РВЦ-П2-22

Напряжение питания, В,
постоянное или переменное .....24±10 %
переменное .....230±10 %
Интервалы выдержки времени импульса и паузы,
с .....0,1...9,9, 1...99, 10...990
мин .....0,1...9,9, 1...99, 10...990
ч .....0,1...9,9, 1...99
Погрешность установки выдержки времени, %, не более 2
Погрешность отсчёта выдержки времени, %, не более 2
Время готовности, с, не более 0,15
Максимальный коммутируемый ток при переменном напряжении 250 В или постоянном напряжении 30 В, А 3
Максимальное коммутируемое напряжение, В 400
Номера диаграмм работы 7, 8, 9, 10

Более подробно работа и технические характеристики реле времени РВЦ-П2-22 приведены в [2].

Переключатели SA1—SA5 на панели управления (AS3 на рис. 3) задают кодовое число для перевода замков № 1 и № 2 в режим записи образцового кода. Для перевода замков из рабочего режима в режим записи образцового кода необходимо на панели переключателей SA1—SA5 установить каждый тумблер в положение, которое будет соответствовать необходимому кодовому числу или коду (далее "рабочий код"). Каждый тумблер имеет два положения, либо "1", либо "0". Для перевода замков в режим записи нужно установить "рабочий код", чтобы цепь, образованная переключателями SA1—SA5, замкнулась. При этом на коллекторе транзистора VT2 и на контактах 1 разъёмов X3 и X4 будет напряжение уровня лог. 1. Разъём X3 панели управления подключают к разъёму X1 кодового замка № 1, разъём X4 панели управления соединяют с разъёмом X1 замка № 2. При установке "рабочего кода" на выводах 11 МК кодовых замков № 1 и № 2 будет присутствовать уровень лог. 1. Это значит, что замки № 1 и № 2 будут работать в режиме записи образцового кода. Для схемы, показанной на рис. 3, для перевода модулей в режим записи образцового кода переключателями SA1—SA5 нужно установить код 01010. Понятно, что каждый переключатель — это знак в кодовом числе. Для ограничения доступа и увеличения защищенности число знаков может быть увеличено.

Схема модуля выходного сигнала AV1 приведена на **рис. 7**.

Модуль выходного сигнала формирует выходной сигнал для объекта управления AO1 (см. рис. 1). Разъём X1 этого

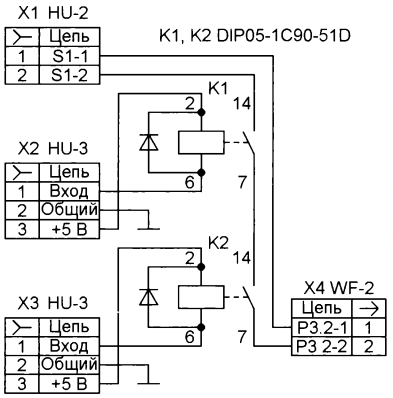


Рис. 7

модуля подключают к разъёму X2 модуля управления AB1, разъёмы X2, X3 модуля подключаются соответственно к разъёмам X2 кодовых замков № 1 и № 2. Если вводимые коды в замках № 1 и № 2 совпали с образцовыми, в модуле выходного сигнала реле K1, K2 будут включены. А если при этом текущее время "попало" в рабочий интервал, который был задан реле времени AS1 и AS2, контакты 1-2 в разъёме X4 платы выходного сигнала будут замкнуты. Этот сигнал может быть задействован для подачи в цепь управления электронного замка входной двери производственного склада. Число пользователей, имеющих уровень допуска № 2, может быть увеличено до N. При этом число кодовых замков тоже увеличивается до N. И соответствующим образом дорабатывается модуль выходного сигнала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Диаграммы работы реле времени. — URL: **www.meandr.ru/diagramma** (15.10.25).

Реле времени РВЦ-П2-22. — URL: **rele.ru/files/texop/relevremeni/rvcz-p2-22.pdf** (15.10.25).

От редакции. *Файлы для программирования микроконтроллера находятся по адресу* ***http://ftp.radio.ru/pub/2026/01/codzam.zip*** *на нашем ftp-сервере.*

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

НАША КОНСУЛЬТАЦИЯ

БИРЮКОВ С. Доработки настольного вольтметра 4½ разряда. — Радио, 2025, № 1, с. 29—31.

Ошибка на плате (рис. 2).

По вине редакции на виде расположения деталей (рис. 2, справа) изображена лишняя перемычка между резисторами R2 и R26. Витую пару проводов МГТФ-0,07 от резистора R2 подключают со стороны печатных проводников к нижнему по рис. 2 выводу резистора R26 и к контакту 9 панели микросхемы DD1 в соответствии со схемой на рис. 1 в статье.

КУЗЬМИНОВ А. Вольтметр действующего и средневыпрямленного значений напряжения в звуковом диапазоне частот с цветным дисплеем и батарейным питанием. — Радио, 2025, № 9, с. 36—41.

Ошибка на схеме (рис. 4).

На схеме рис. 4 в статье надо поменять полярность подключения светодиода HL2.

ПАНКРАТЬЕВ Д. Конвертер токовой петли 0/4—20 мА для Pt-100. — Радио, 2025, № 9, с. 31—34.

Печатная плата

Элементы устройства можно разместить на односторонней плате (**рис. 1**) из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1...1,5 мм. Применены выводные детали. Плата рассчитана на установку транзистора. Если его использовать не планируется, между контактными площадками базы и эмиттера надо установить проволочную перемычку.

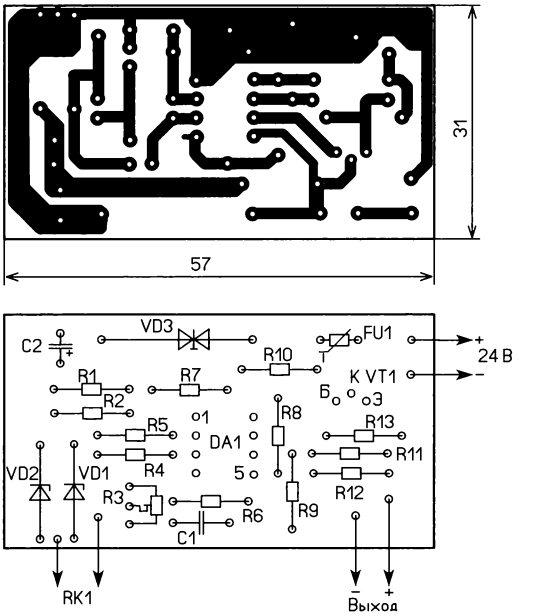


Рис. 1

СВЕЧИХИН С. Часы со стрелочным циферблатом на TFT-дисплее. — Радио, 2025, № 9, с. 41—43.

Печатная плата

Большинство элементов часов можно разместить на односторонней плате (**рис. 2**) из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1...1,5 мм. Применены выводные детали (кроме микросхемы DA1, которая может быть TP4056), микросхема DA2 — L78L33CZ. Дисплей размещается на передней панели часов, кнопки и разъём питания — на боковой стенке. Соединения проводят с помощью проводов и разъёмов. Микроконтроллер устанавливают в панель, перед её установкой под ней надо смонтировать проволочные перемычки.

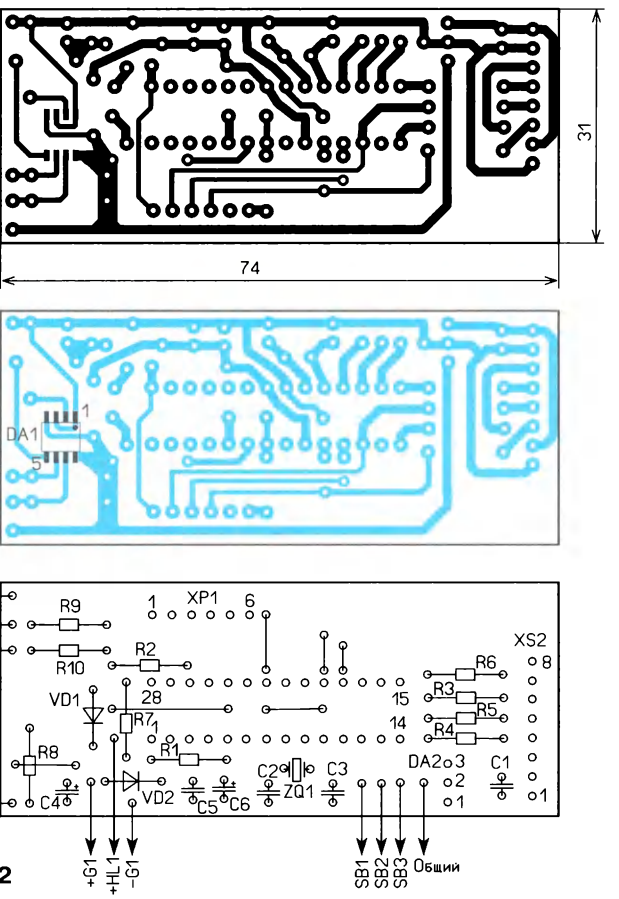


Рис. 2

ГРЕЗНЕВ А. О расширении возможностей генератора на модуле AD9833. — Радио, 2025, № 5, с. 27—34.

Опечатки в тексте

На с. 32 во второй колонке в конце последнего абзаца напечатано **SB2 — в положении "F×Ч×K"**, должно быть **SB2 — в положении "F×K"**. На с. 33 в первой колонке в шестой строке снизу напечатано **"F×Ч×K"**, должно быть **"F×K"**. На с. 33, вторая колонка пятая строка сверху напечатано **"Fкв×Ч×K"**, должно быть **"Fкв×K"**.

АХМАТОВ А., САННИКОВ Д. Гибридный УМЗЧ "Унисон". — Радио, 2020, № 5, с. 18, 19.

О транзисторах VT1, VT2

В тексте статьи неправильно указаны типы транзисторов VT1, VT2 (с. 18, правая колонка, 2-й абзац сверху, 2-я строка снизу). Вместо "... КТ927Г и КТ925Г ..." следует читать "... КТ827Г и КТ825Г ...". На схеме (рис. 1 в статье) типы транзисторов указаны верно.

От редакции. *Чертежи печатных плат находятся по адресу* ***http://ftp.radio.ru/pub/2026/01/nk1-26.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

РАДИО
E-mail: mail@radio.ru
о связи
ЖУРНАЛ В ЖУРНАЛЕ

Итоги Russian "RADIO" WW RTTY Contest 2025

В 2025 г. телетайпные соревнования были организованы совместно редакцией журнала "Радио", Союзом радиолюбителей России и Russian Contest Club. Мы получили 700 отчётов, поэтому можно считать, что в соревнованиях приняли участие чуть больше 700 спортсменов.

В группе SINGLE-OP ALL HIGH As-Russia лучшим стал Юрий Куриный (RG9A).

В группе SINGLE-OP ALL LOW As-Russia лучший результат показал Сергей Пугаев (R9MA).

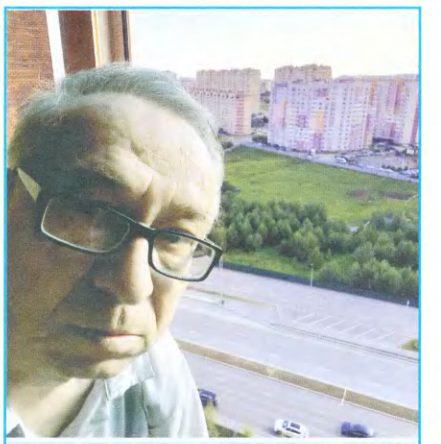
Это примерно на 100 больше, чем в прошлом году.

В прошлогодних соревнованиях все участники соревнований были разбиты на 51 группу, в этом году число групп заметно сократилось — 27. Зачёты проводились отдельно по европейской части РФ, азиатской части РФ и остальным странам.

В группе SINGLE-OP ALL HIGH Eu-Russia (все диапазоны, высокая мощность, европейская часть РФ) лучшим стал Дмитрий Хлебников (R2FK) из г. Зеленоградска Калининградской обл. Виталий Медведев (RC5Z) из г. Губкина Белгородской обл. занял второе место. На третьем месте — Сергей Мельников (R6NA) из с. Новобессергеневки Ростовской обл.

На диапазоне 28 МГц (группа SINGLE-OP 10M As-Russia) первое место занял Андрей Лагожа (R9YU).

Первое место на диапазоне 21 МГц (группа SINGLE-OP 15M As-Russia) занял Виктор Дмитриенко (UC0A).



На диапазоне 14 МГц (группа SINGLE-OP 20M As-Russia) лучшим стал Виктор Меринов (RL9L).

Олег Вдовин (UA9QCQ) из команды радиостанции RD8D, занявшей первое место в группе MULTI-ONE As-Russia.

В группе SINGLE-OP ALL LOW Eu-Russia (все диапазоны, мощность до 100 Вт, европейская часть РФ) лучший результат, как и в прошлогодних соревнованиях, показал Константин Вахонин (RW4S) из г. Йошкар-Олы, Республика Марий Эл. Второе место занял Сергей Козлов (RA3GZ) из г. Липецка. На третьем месте — Геннадий Могилёвкин (R7CD), г. Горячий Ключ Краснодарского края.

В группе SINGLE-OP ALL QRP Eu-Russia (все диапазоны, мощность до 5 Вт, европейская часть

Олег Рявин (RV9CDW) из команды радиостанции RD8D, занявшей первое место в группе MULTI-ONE As-Russia.

Андрей Потемкин (RX9CAZ) из команды радиостанции RD8D, занявшей первое место в группе MULTI-ONE As-Russia.

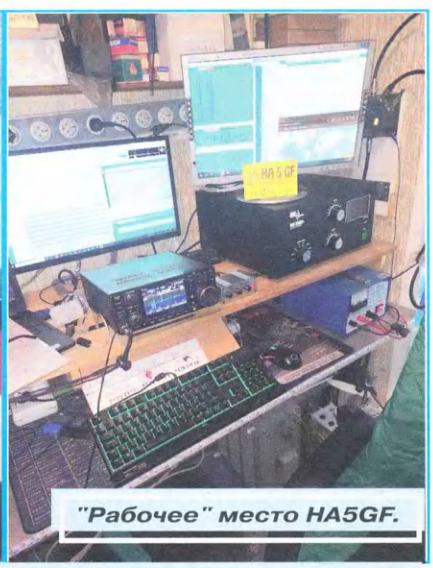
В группе SINGLE-OP ALL LOW World Wide лучший результат показал Владимир Дубинский (UN6LN).

На диапазоне 14 МГц (20 метров, группа SINGLE-OP 20M Eu-Russia) первое место занял Степан Туманов (RA1M) из г. Санкт-Петербурга. На втором месте в этой группе — Михаил Сорокин (RN6A) из ст. Родниковской Краснодарского края. На третьем месте — Владимир Савватеев (RU3OZ) из г. Нововоронежа Воронежской обл.

Лучшим на диапазоне 7 МГц (40 метров, группа SINGLE-OP 40M Eu-Russia) стал Борис Капустин (R6OQ), г. Донецк, ДНР. Виктор Кононенко (RK7X), с. Пролетарское, Республика Кабардино-Балкария, занял второе место, третье — Владимир

РФ) первенствовал Валентин Суровцев (RT6DI) из г. Тихорецка Краснодарского края. В прошлогодних соревнованиях он был вторым. Второе место занял Александр Качан (RQ7R) из г. Севастополя. На третьем месте — Виктор Мешков (RV3DBK), г. Люберцы Московской обл.

Первое место на диапазоне 21 МГц (15 метров, группа SINGLE-OP 15M Eu-Russia) занял Станислав Азуров (RD6AY) из ст. Бесскорбной Краснодарского края. На втором месте — Игорь Ананьев (UC6N) из г. Ростова-на-Дону. В прошлогодних соревнованиях он был лидером в этой группе. Третье место, как и в прошлом году, занял Юрий Валуйский (UF5A) из Троицка, Москва.



"Рабочее" место HA5GF.

Первое место на диапазоне 21 МГц (группа SINGLE-OP 15M World Wide) занял Шандор Цейтлер (Sandor Zeitler, HA5GF).

Лучшим на диапазоне 7 МГц (группа SINGLE-OP 40M World Wide) стал Роберто Бальдо (Roberto Baldo, IN3BFW).

Ченцов (RC7KH), г. Щёлкино, Республика Крым. В прошлогодних соревнованиях он был лидером в этой группе.

Первое место на диапазоне 3,5 МГц (80 метров, группа SINGLE-OP 80M Eu-Russia) занял Евгений Семинько (R5KH) из с. Репьёвки Воронежской обл. На втором месте — Анатолий Бохонов (RW3YB) из г. Брянска. Третье место занял Виктор Мурыгин (R7RBE) из из г. Севастополя.

В группе радиостанций с несколькими операторами в европейской части РФ (MULTI-ONE Eu-Russia) приняли участие три команды. Первенствовала команда UA4S из г. Волжска, Республика Марий Эл, в составе которой были Александр Гордеев и Олег Преловский. Второе место заняла команда радиостанции R3MAI Городского центра молодёжи и спорта из г. Ростова Ярославской обл. в составе Анастасии Ермолаевой и Дениса Ямкового. На третьем месте — команда радиостанции R7NV из г. Таганрога Ростовской обл., в составе которой принимали участие Сергей Палий и Олег Микульчик.

Среди наблюдателей (группа SWL Eu-Russia) был один участник — Юрий Сапожников (R3D-204) из г. Дмитрова Московской обл.

В группе SINGLE-OP ALL HIGH As-Russia (все диапазоны, высокая мощность, азиатская часть РФ) лучшим, как и в прошлогодних соревнованиях, стал Юрий Куриный (RG9A) из Челябинска. Аркадий Иванкин (RD0A) из г. Назарово Красноярского края занял второе место. На третьем месте — Виктор Локкер (RA9AU) из г. Коркино Челябинской обл. В прошлом году он был вторым в этой группе.

В группе SINGLE-OP ALL LOW As-Russia (все диапазоны, мощность до 100 Вт, азиатская часть РФ) лучший результат, как и в прошлогодних соревнованиях, показал Сергей Пугаев (R9MA) из рп Муромцево Омской обл. Второе место занял Олег Асанов (RK8I) из г. Томска. На третьем месте — Владимир Финк (R9YBW), с. Михайловское Алтайского края.

В группе SINGLE-OP ALL QRP As-Russia (все диапазоны, мощность до 5 Вт, азиатская часть РФ) был только один участник — Андрей Уразовский (RC0AT) из г. Красноярска.

На диапазоне 28 МГц (10 метров, группа SINGLE-OP 10M As-Russia) в соревнованиях участвовали два спортсмена. Первое место занял Андрей Лагожа (R9YU) из г. Бийска Алтайского края. На втором, как и в прошлогодних

"Рабочее" место RW4S.

В группе SINGLE-OP ALL LOW Eu-Russia лучший результат показал Константин Вахонин (RW4S).

На диапазоне 3,5 МГц (группа SINGLE-OP 80M World Wide) лучший результат показал Милош Станкович (Milos Stankovic, S53X).

В группе радиостанций с несколькими операторами в азиатской части РФ первенствовала команда RD8D УРТК им. А. С. Попова из г. Екатеринбурга, в которой приняли участие Андрей Потёмкин, Олег Рявин и Олег Вдовин. Второе место заняла команда радиостанции UA0AXX из с. Богучаны Красноярского края. В ней участвовали Сергей Мотявин, Марьяна Ледоткина, Василиса Чурикова, Данил Рубе и Вадим Блинов. На третьем месте — команда R9MBV из с. Черниговки Омской обл. в составе Никиты Бережанского и Виктора Ешкина.

В группе SINGLE-OP ALL HIGH World Wide (все диапазоны, высокая мощность) лучшим стал Пабло Мартин Бернардо Гомес (Pablo Martin de Bernardo Gomez, EA4GOY) из испанского г. Талавера (Talavera). В прошлом году он был лидером в группе SINGLE-OP ALL LOW Europe. Ласло Надь

Антенны S53X.

соревнованиях, — Владимир Подкорытов (RG0S) из Иркутска.

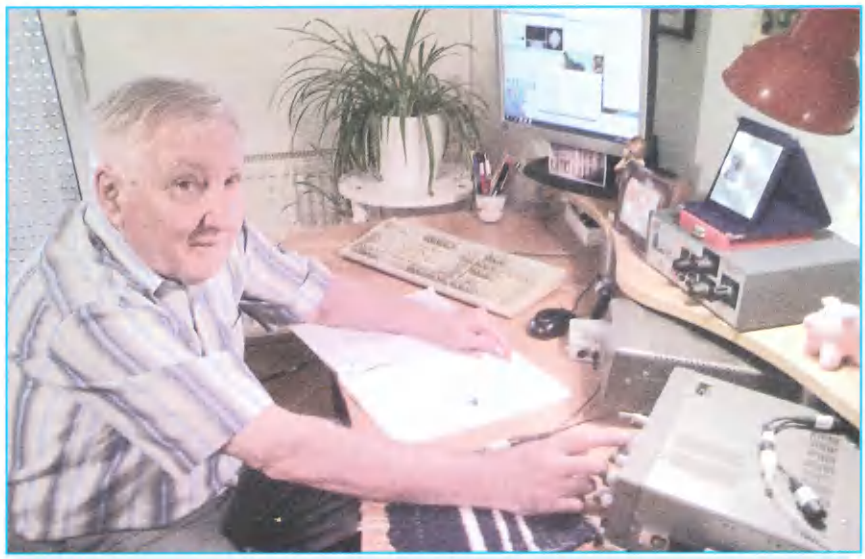
Первое место на диапазоне 21 МГц (15 метров, группа SINGLE-OP 15M As-Russia) занял Виктор Дмитриенко (UC0A) из г. Назарово Красноярского края. На втором месте — Владимир Доронов (RW0SR) из г. Иркутска. В прошлом году он был лидером в этой группе. Третье место занял Юрий Терещенко (R9VA) из г. Прокопьевска Кемеровской обл.

На диапазоне 14 МГц (20 метров, группа SINGLE-OP 20M As-Russia) первое место, как и в прошлогодних соревнованиях, занял Виктор Меринов (RL9L) из г. Тюмени. На втором месте в этой группе — Николай Ступак (RC0JD) из г. Зеи Амурской обл. В прошлом году он был третьим в группе SINGLE-OP 15M As-Russia. На третьем месте — Сергей Фефилов (RA0ACM) из г. Зеленогорска Красноярского края.

На диапазоне 7 МГц (40 метров, группа SINGLE-OP 40M As-Russia) был один участник — Денис Рукинов (UA8J), г. Нижневартовск, Ханты-Мансийский автономный округ, Югра.

(Laszlo Nagy, HG5D) из венгерского г. Кондорош (Kondoros) занял второе место. В прошлогодних соревнованиях он был лидером в группе SINGLE-OP ALL HIGH Europe. На третьем месте — Джон Дандас (John Dundas, MM9I) из шотландского г. Ист-Килбрайд (East Kilbride).

В группе SINGLE-OP ALL LOW World Wide (все диапазоны, мощность до 100 Вт) лучший результат показал Владимир Дубинский (UN6LN), г. Рудный-2 Костанайской обл., Казахстан. Второе место занял Массимилиано



Среди наблюдателей (группа SWL World Wide) был лишь один участник — Нандор Виола (Nandor Viola, HA1-0013).

Аланья (Massimiliano Alagna, IU4JNR) из итальянского г. Чезена (Cesena). В прошлогодних соревнованиях он занял третье место в группе SINGLE-OP ALL HIGH Europe. На третьем месте — Илчо Андонов (Ilcho Andonov, LZ3QE) из болгарского г. Бургас (Burgas). В прошлом году он был третьим в группе SINGLE-OP 15M Europe.

В группе SINGLE-OP ALL QRP World Wide (все диапазоны, мощность до 5 Вт) первенствовал Фельбер Дьюла (Felber Gyula, HA1TJ) из венгерского г. Дьёр (Gyor). Второе место занял Станислав Ашофф (Stanislaw Aszoff, SP4NKJ) из польского г. Ломжа (Lomza). На третьем месте — Адам Жепницкий (Adam Rzepnicki, SP4LO) из того же польского г. Ломжа.

На диапазоне 28 МГц (10 метров, группа SINGLE-OP 10M World Wide) победителем стал Джандерсон Сикейра да Коста (Janderson Siqueira da Costa, PU1JSV) из бразильского г. Нова-Фрибургу (Nova Friburgo). Второе место занял Карлос Сильверио (Carlos Silverio, PY2XC) из бразильского г. Сан-Паулу (Sao Paulo). В прошлогодних соревнованиях он был третьим в группе SINGLE-OP 10M S. America. На третьем месте — Тайчи Сугияма (Taichi Sugiyama, JI3KDH) из японского г. Идзуми (Izumi).

Первое место на диапазоне 21 МГц (15 метров, группа SINGLE-OP 15M World Wide) занял Шандор Цейтлер (Sandor Zeitler, HA5GF) из венгерского г. Будапешта. На втором месте Славомир Домарус (Slawomir Domarus, SN6S), Добжень-Вельки (Dobrzen Wielki), Польша. Третье место занял Клаудио Спирителли (Claudio Spiritelli, IK2YCW), Сан-Джорджо-Бигарелло (San Giorgio Bigarello), Италия.

На диапазоне 14 МГц (20 метров, группа SINGLE-OP 20M World Wide) первое место занял Герриеро Пиаттони (Guerriero Piattoni, IK6XEJ) из итальянской коммуны Гроттаммаре (Grottammare). На втором месте в этой группе — Тибор Немет (Tibor Nemeth, HA7TM) из венгерского г. Эрд (Erd). На третьем месте — Михаил Малей (EW6DM) из г. Бигосово, Беларусь.

На диапазоне 7 МГц (40 метров, группа SINGLE-OP 40M World Wide) соревновались три участника. Лучшим стал Роберто Бальдо (Roberto Baldo, IN3BFW) из итальянской коммуны Дро (Dro). Андреас Вольф (Andreas Wolf, DH8WR) из германского г. Рудольштадт (Rudolstadt) занял второе место, третье — Бертран Шарлоттен (Bertrand Charlottin, F5IHP) из французской коммуны Оро (Auros).

На диапазоне 3,5 МГц (80 метров, группа SINGLE-OP 80M World Wide) соревновались два участника. Лучший результат показал Милош Станкович (Milos Stankovic, S53X), Волчья-Драга (Volcja Draga), Словения. На втором месте — Карло Паулетти (Carlo Pauletti, I3PXN) из итальянской коммуны Фельтре (Feltre).

В группе радиостанций остальных стран с несколькими операторами лучшей стала команда EX9A из г. Бишкека, Кыргызстан. В ней принимали участие Георгий Лазарев, Юрий Катютин, Дмитрий Сентемов и Евгений Манаков. В прошлом году эта команда была единственной в группе MULTI-OP Asia. Второе место заняла команда радиостанции 9A925T из хорватского г. Запрешич (Zapresic), в которой выступали Марио Сиранович (Marijo Siranovic) и Звонимир Маврачич (Zvonimir Mavracic). На третьем месте — команда радиостанции YU3A, в составе которой принимали участие Боско и Душан Миланковы (Bosco Milankov, Dusan Milankov).

Среди наблюдателей (группа SWL World Wide), как и в прошлом году в группе SWL Europe, был лишь один участник — Нандор Виола (Nandor Viola, HA1-0013) из венгерского г. Дьёр (Gyor).

Итоги соревнований для лидеров по зачётным группам приведены в **таблице**. В ней указаны занятое место, позывной, окончательное число очков, подтверждённое число связей, очки за подтверждённые связи, подтверждённые области, подтверждённые DXCC.

Технические результаты по всем участникам этих соревнований можно посмотреть по адресу **http://www.radio.ru/cq/contest/result/RTTY_2025_tab_site.pdf** на сайте журнала "Радио".

SINGLE-OP ALL HIGH Eu-Russia

1	R2FK	650414	700	2170	149	164
2	RC5Z	504825	649	2053	126	139
3	R6NA	460665	566	1805	117	144
4	R9FE	210900	396	1204	81	104
5	RT2H	199287	374	1145	78	105
6	RM3DA	187200	333	1090	73	107
7	UA3UBT	127920	251	812	60	104
8	RW4CB	108871	255	753	73	78
9	RJ3F	91520	230	721	59	69
10	RQ2Q	70850	202	656	49	60

SINGLE-OP ALL LOW Eu-Russia

1	RW4S	630144	731	2204	137	151
2	RA3GZ	348075	499	1601	97	128
3	R7CD	308902	483	1504	110	99
4	RV3ZN	265620	402	1243	109	119
5	UC7T	255460	433	1327	97	115
6	RN3QQT	229215	425	1297	85	100
7	RY3PAE	218592	331	1066	96	120
8	UA1AOS	214977	368	1095	105	98
9	R7MM	171666	295	873	114	84
10	RL4R	166600	310	1004	76	99

SINGLE-OP ALL QRP Eu-Russia

1	RT6DI	129920	253	812	64	96
2	RQ7R	42861	146	489	46	45
3	RV3DBK	12006	65	207	14	44
4	RW3AI	59340	160	522	55	60
5	RA3XEV	10900	77	218	15	35

SINGLE-OP 15M (21 МГц) Eu-Russia

1	RD6AY	78624	317	994	34	50
2	UC6N	55725	243	787	30	45
3	UF5A	48440	213	714	26	44
4	R7RBE	24837	145	491	15	36
5	RG2Y	19552	113	388	19	33
6	RV6K	17885	121	397	22	27
7	R3LC	17204	116	380	16	30
8	RW6AVK	16598	117	396	12	31
9	R4OF	10906	87	276	12	29
10	UA3NFI	1760	26	86	7	15

SINGLE-OP 20M (14 МГц) Eu-Russia

1	RA1M	100896	346	1089	48	48
2	RN6A	67080	275	852	49	37
3	RU3OZ	29988	177	568	22	41
4	RU2F	49713	259	743	35	38
5	RD7P	29877	165	495	42	27
6	UA6ARR	23064	115	378	43	19
7	RZ3AV	19647	118	373	28	31
8	RX1AG	19440	115	350	30	30
9	RA4LBS/3	18285	129	397	25	28
10	UA6BJY	17901	123	379	18	33

SINGLE-OP 40M (7 МГц) Eu-Russia

1	R6OQ	15677	109	297	35	26
2	RK7X	43740	213	594	42	39
3	RC7KH	20215	125	343	38	27
4	UA6HLN	8178	71	188	28	19
5	RA3LJ	2432	33	96	17	15

SINGLE-OP 80M (3,5 МГц) Eu-Russia

1	R5KH	13328	91	244	31	25
2	RW3YB	9964	88	222	30	23
3	R7RBE	8688	73	187	27	21
4	RU3XW	2576	37	92	17	11
5	RA5BF	918	17	51	9	9

MULTI-ONE Eu-Russia

1	UA4S	137268	290	897	70	94
2	R3MAI	75684	231	724	52	54
3	R7NV	25560	108	360	33	38

SWL Eu-Russia

1	R3D-204	41580	146	462	36	54

SINGLE-OP ALL HIGH As-Russia

1	RG9A	1906191	1128	5187	190	193
2	RD0A	731929	694	3143	132	121
3	RA9AU	613332	551	2594	125	118
4	UF8C	402001	504	2389	89	92
5	RQ9O	240480	344	1540	89	78
6	RK0UN	152912	259	1056	87	65
7	R8PD	28070	99	467	37	33
8	RU0LL	27876	112	426	41	28
9	R0CY	26724	132	497	37	31
10	RW0UM	24864	109	356	46	28

SINGLE-OP ALL LOW As-Russia

1	R9MA	898484	661	3087	146	146
2	RK8I	122724	220	1030	63	63
3	R9YBW	81406	183	856	51	50
4	RW9MZ	80142	170	732	65	46
5	RA0WHE	78400	169	784	58	42
6	RK9AY	58404	155	692	61	32
7	R8QAN	55550	145	626	58	43
8	RG8U	54150	133	576	58	37
9	RW0AJ	48321	119	531	51	40
10	RZ9UO	42230	109	515	42	40

SINGLE-OP ALL QRP As-Russia

1	RC0AT	35088	106	418	52	34

SINGLE-OP 10M (28 МГц) As-Russia

1	R9YU	180	6	30	0	6
2	RG0S	10	1	5	1	1

SINGLE-OP 15M (21 МГц) As-Russia

1	UC0A	72000	203	976	32	43
2	RW0SR	43758	148	693	31	35
3	R9VA	24240	110	525	20	28
4	RZ9UF	28784	119	560	25	31
5	UA9OEX	4480	38	178	11	24

SINGLE-OP 20M (14 МГц) As-Russia

1	RL9L	61464	175	798	43	35
2	RC0JD	21000	129	395	34	22
3	RA0ACM	17976	85	351	35	21
4	UC8U	61698	219	1027	40	38
5	R9CB	31311	122	537	31	32
6	RA8AI	21866	108	477	33	25
7	RC9T	10472	66	288	26	18
8	R9VA	1264	17	79	8	8
9	R0CAF	216	8	24	5	4
10	RA9UEP	119	8	17	5	2

SINGLE-OP 40M (7 МГц) As-Russia

1	UA8J	35088	135	560	44	24

MULTI-ONE As-Russia

1	RD8D	215137	284	1303	76	93
2	UA0AXX	86920	206	946	56	50
3	R9MBV	10535	50	215	31	18
4	RA0UB	6192	48	153	26	22

SINGLE-OP ALL HIGH World Wide

1	EA4GOY	1453725	841	4683	137	178
2	HG5D	1236121	682	4205	150	173
3	MM9I	1167266	687	4009	132	166
4	IT9IVU	1184832	658	4164	141	147
5	EU8U	1039640	689	3773	124	156
6	9A1CCY	832536	550	3475	124	124
7	DJ9DZ	755599	514	3097	121	142
8	EW8DX	614484	499	2890	112	122
9	ON5GQ	594278	472	2929	106	108
10	IZ4NIC	469742	399	2456	99	104

SINGLE-OP ALL LOW World Wide

1	UN6LN	891620	614	4186	119	99
2	IU4JNR	815745	509	3267	120	135
3	LZ3QE	779966	545	3283	122	120
4	F4ERS	624865	472	2911	112	123
5	LZ1QV	618156	374	2499	121	131
6	UN7LAN	602988	391	2836	110	108
7	IT9RZU	480598	361	2333	102	104
8	F4EQN	460005	321	2375	106	89
9	HG3TAD	421308	356	2317	98	90
10	EA4BAS	406432	360	2068	90	118

SINGLE-OP ALL QRP World Wide

1	HA1TJ	210343	231	1475	74	77
2	SP4NKJ	171180	225	1284	53	82
3	SP4LO	142266	184	1086	55	76

4	DG0AM	160153	197	1277	65	72
5	SF0A	76440	135	792	43	55
6	EW8G	63329	130	783	41	42
7	EA2AZ	61830	158	775	32	58
8	UN7EG	58978	106	827	40	34
9	IV3LNQ	54978	107	724	40	37
10	HG6C	52206	103	704	40	37

SINGLE-OP 10M (28 МГц) World Wide

1	PU1JSV	1157	18	89	3	10
2	PY2XC	793	16	71	1	12
3	JI3KDH	165	9	33	0	5
4	VK9A	1298	25	138	3	8
5	CA6SNT	1130	24	113	1	9
6	LU1WI	120	8	30	0	4
7	4Z5KZ	108	5	28	1	5
8	PY2EBD	18	3	9	0	2

SINGLE-OP 15M (21 МГц) World Wide

1	HA5GF	109291	194	1271	45	46
2	SN6S	73264	147	990	38	38
3	IK2YCW	46260	105	811	37	23
4	YT0W	116172	221	1511	48	36
5	IK5AEQ	94203	172	1235	44	37
6	YU1NR	76076	168	1134	42	35
7	YO2IS	41664	107	684	33	29
8	YD1FRU	36722	111	722	29	32
9	E73KM	33715	87	619	31	24
10	EA7KI	28890	102	565	23	31

SINGLE-OP 20M (14 МГц) World Wide

1	IK6XEJ	154348	277	1662	45	49
2	HA7TM	117234	276	1681	42	36
3	EW6DM	110390	247	1472	46	37
4	IT9VCE	106780	254	1417	37	39
5	DH6BH	99918	209	1301	39	39
6	UN4PG	87756	163	1266	42	29
7	YO3LW	69630	173	1087	36	30
8	LZ2MP	65340	170	996	34	32
9	Z33F	46872	153	762	25	37
10	YO4BEW	45322	121	777	32	30

SINGLE-OP 40M (7 МГц) World Wide

1	IN3BFW	31578	106	554	26	31
2	DH8WR	22200	117	586	24	26
3	F5IHP	8840	65	280	9	25

SINGLE-OP 80M (3,5 МГц) World Wide

1	S53X	52544	163	853	32	32
2	I3PXN	10220	72	298	11	24

MULTI-ONE World Wide

1	EX9A	975260	615	4153	122	138
2	9A925T	857646	460	3106	126	153
3	YU3A	639426	463	2808	112	125
4	EA3RCB	166144	288	1742	59	59
5	ER3KAZ/P	126312	203	1126	47	67
6	OA4O	31528	140	673	4	52
7	N1SOH	5278	43	202	6	23
8	7E3E	120	7	34	1	5

SWL World Wide

1	HA1-0013	15392	72	296	9	43

РАДИО
ЖУРНАЛ В ЖУРНАЛЕ
начинающим

Игра "Шарики в колбах" на цветных дисплеях

Д. МАМИЧЕВ, пос. Шаталово Смоленской обл.

Статья продолжает тему практического использования модулей TFT-дисплеев из [1]. На этот раз с помощью такого модуля реализован вариант игры "Шарики в колбах", аналогичный варианту из [2]. Число колб увеличено до восьми (**рис. 1**), а управление производится с помощью кнопочной панели 2. Модуль дисплеев дополнен фиксирующей планкой 3, дополнительными съёмными стойками 1 и 5, а также соединительным шлейфом 4. Схема устройства показана на **рис. 2**. Управляет его работой модуль А1 с микроконтроллером (МК). Для отобра-

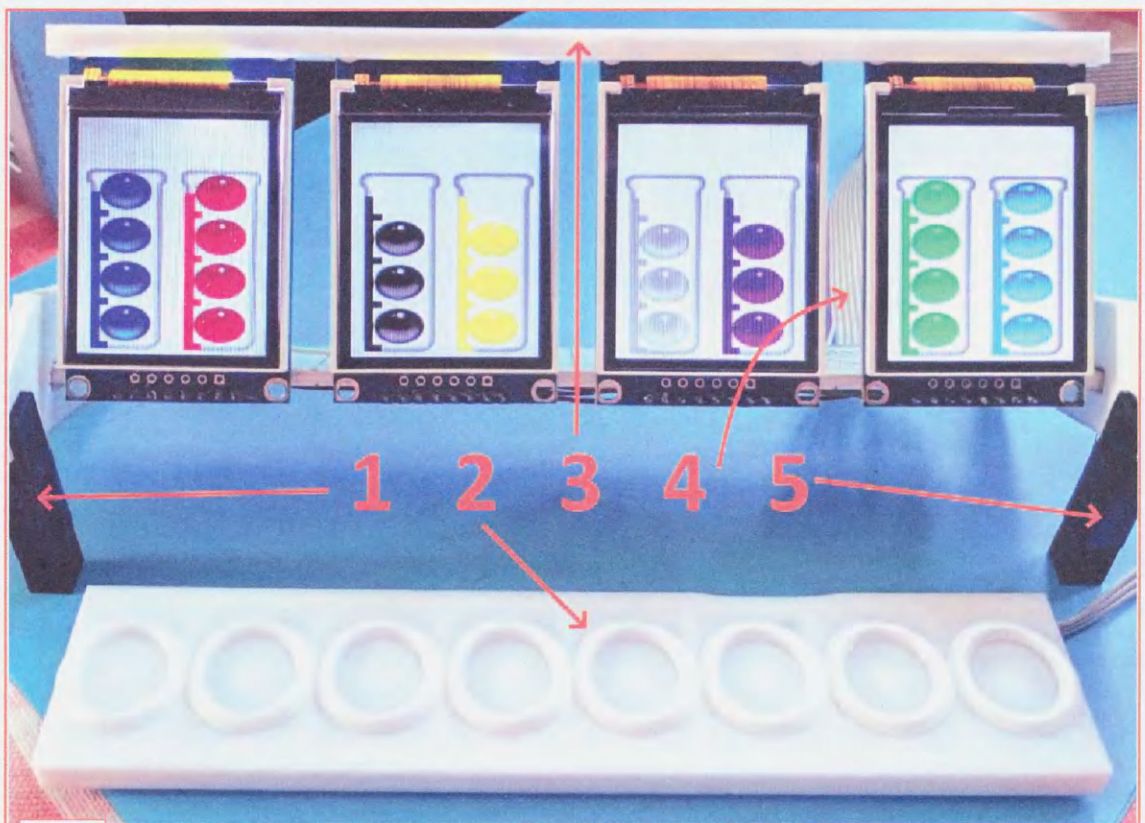


Рис. 1

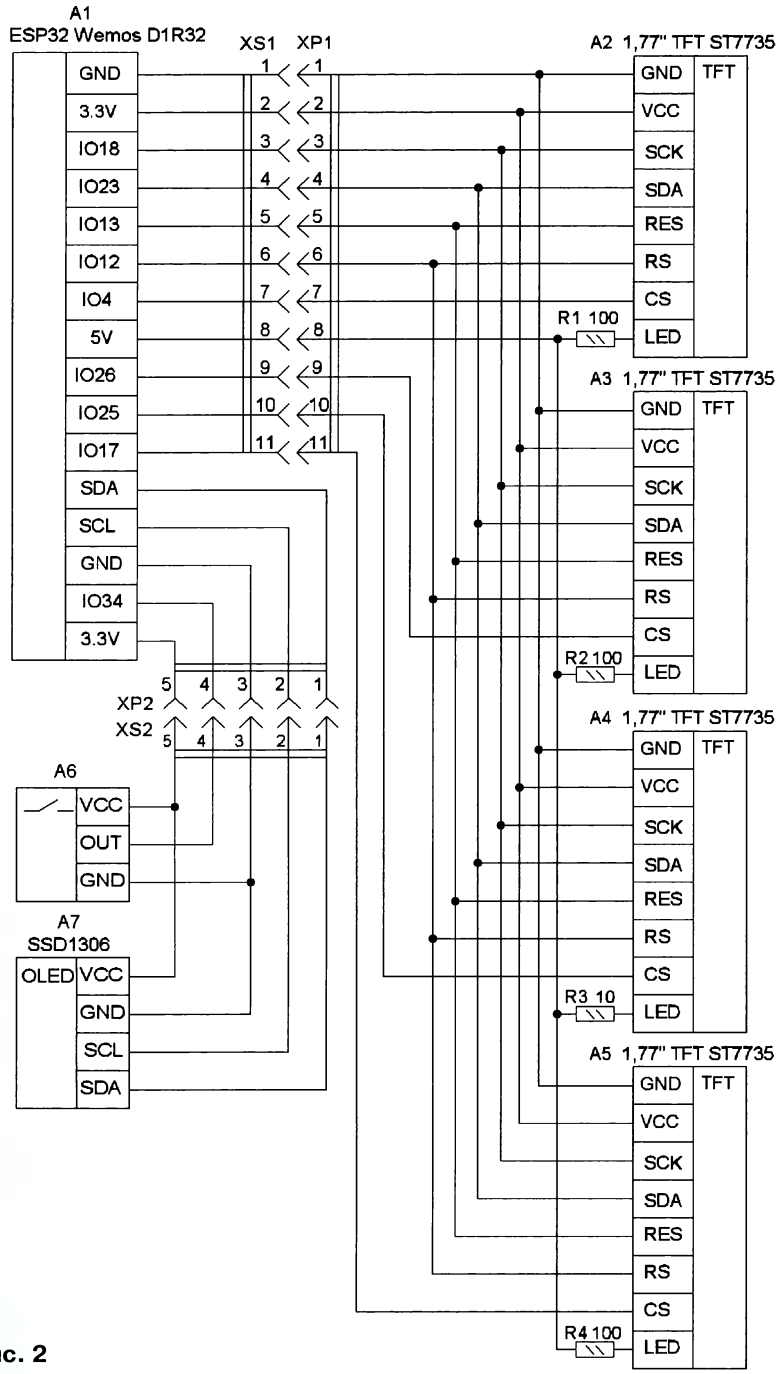


Рис. 2

способности при снижении до 3,3 В, второй питается от 3,3 В.

В результатах игры использованы два параметра: число игровых ходов, т. е. число перемещений шариков между колбами, и продолжительность игры в секундах. Значения этих параметров обнуляются при каждом перезапуске игрового цикла. При самостоятельной сборке подобного устройства можно отображать на дисплее другие данные, например, продолжительность хода, число ошибочных ходов (попытка перемещения шарика в полную колбу или возврат поднятого шарика), текущее число отсортированных цветов шариков и т. д.

Кнопочная панель — самодельная, её схема показана на **рис. 4**. Корпус панели состоит из трёх напечатанных на 3D-принтере элементов (**рис. 5**). Это футляр-основание 1, состоящее из восьми секторов с перегородками под кнопки. В них имеются щели для пропускания выводов или проводов. Сверху футляр накрыт крышкой 2 с мембранами для нажатия толкателей кнопок. Щели мембран закрыты накладкой 3, улучшающей тактильное восприятие положения кнопок панели во время игры. При её изготовлении применён навесной способ монтажа элементов (**рис. 6**). Сначала в круглых нишах 1 размещают кнопки, затем тонким лужёным проводом 2, изгибая и пропуская его через щели, соединяют с общим проводом один из выводов каждой кнопки. Далее монтируют резисторы 3 и в конце припаивают проводник 4. После монтажа и проверки работоспособности панели, крышку 2 (см. рис. 5) можно приклеить к основанию 1 или установить на полоски двухстороннего скотча, поместив их на внешней боко-

жения результатов сеанса игры добавлен модуль монохромного дисплея A7 на чипе SSD1306 или SSD1309 с разрешением 128×64 пикселя (**рис. 3**). В продаже имеются такие дисплеи с диагональю 0,96 дюйма на первом чипе и 2,42 дюйма на втором в нескольких цветовых вариантах. Дисплеи полностью совместимы между собой в плане программного обеспечения. Первый рассчитан на питание напряжением 5 В с сохранением работо-

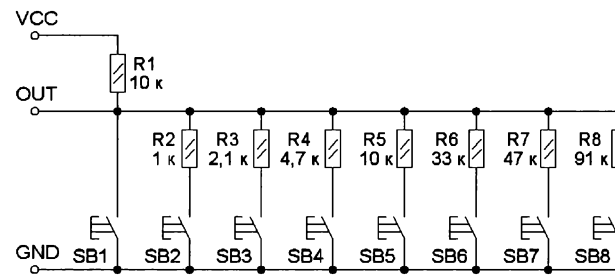


Рис. 4

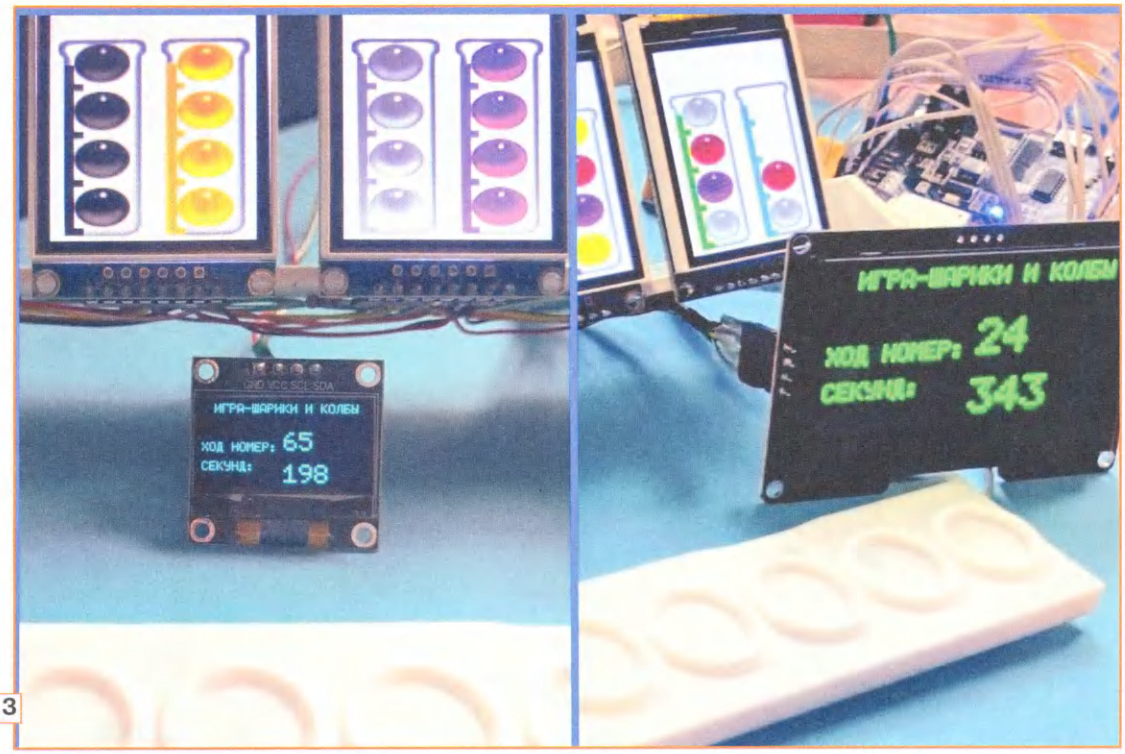


Рис. 3

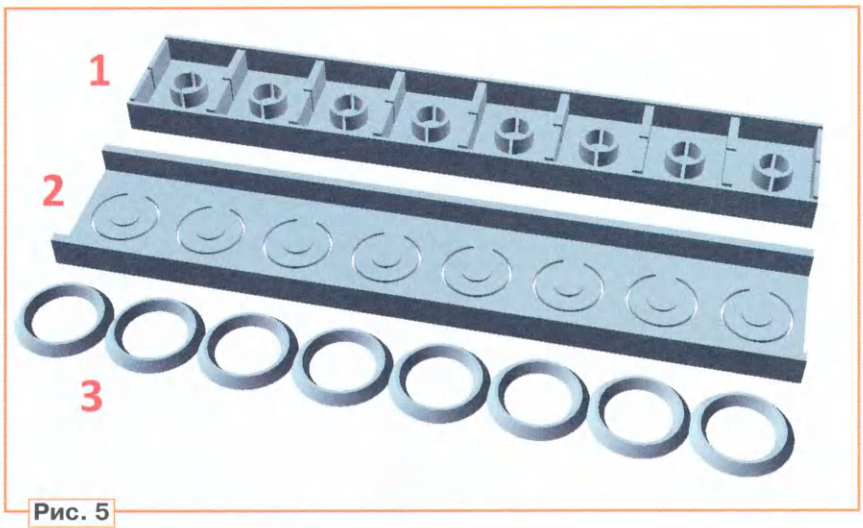


Рис. 5

Если изготовление кнопочной панели может показаться читателю избыточно сложным, её можно заменить энкодером вращения, изменив схему в соответствии с **рис. 7**. Применён энкодер, показанный на **рис. 8**. На один полный оборот ручки энкодер 2 совершает 24 щелчка-переключения. О его работе и способах управления им можно подробнее прочитать в [3]. В графическую анимацию шариков добавляется анимация курсора 1. Теперь, вращая печатную ручку 3 энкодера 2, можно перемещать курсор, обозначая колбу для подъёма или опускания шарика. Нажатие на встроенную кнопку подтвержда-

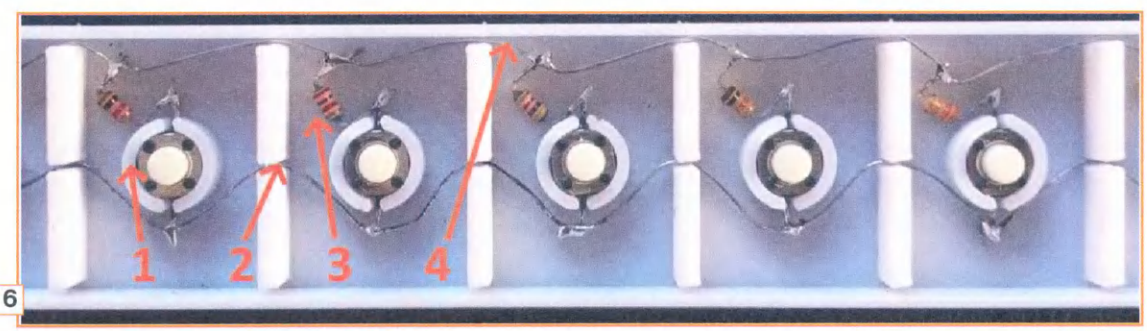


Рис. 6

вой поверхности футляра и внутренней боковой поверхности крышки соответственно. Накладку 3 приклеивают секундным клеем на лицевой поверхности крышки.

ет указанные действия. Шарик будет опущен или поднят в секторе колбы, над которой распо-

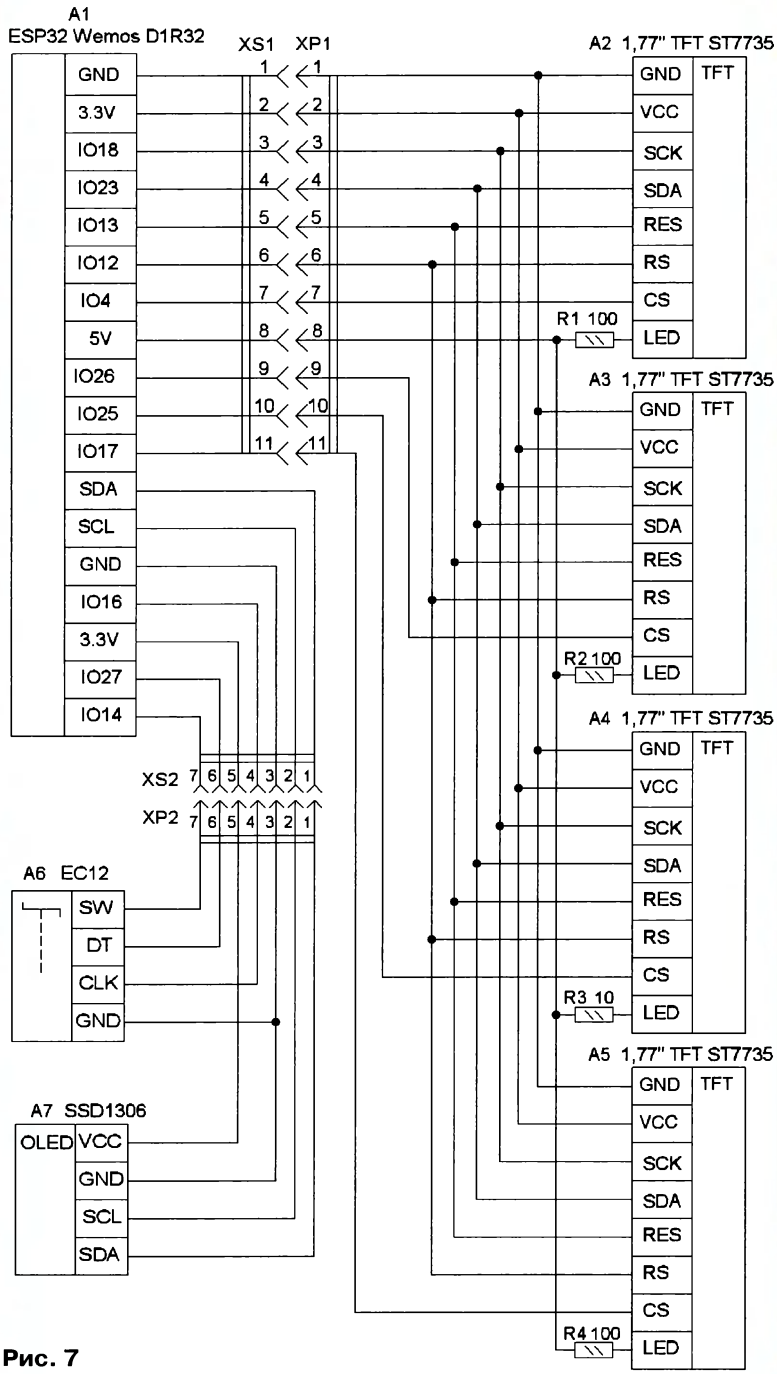


Рис. 7

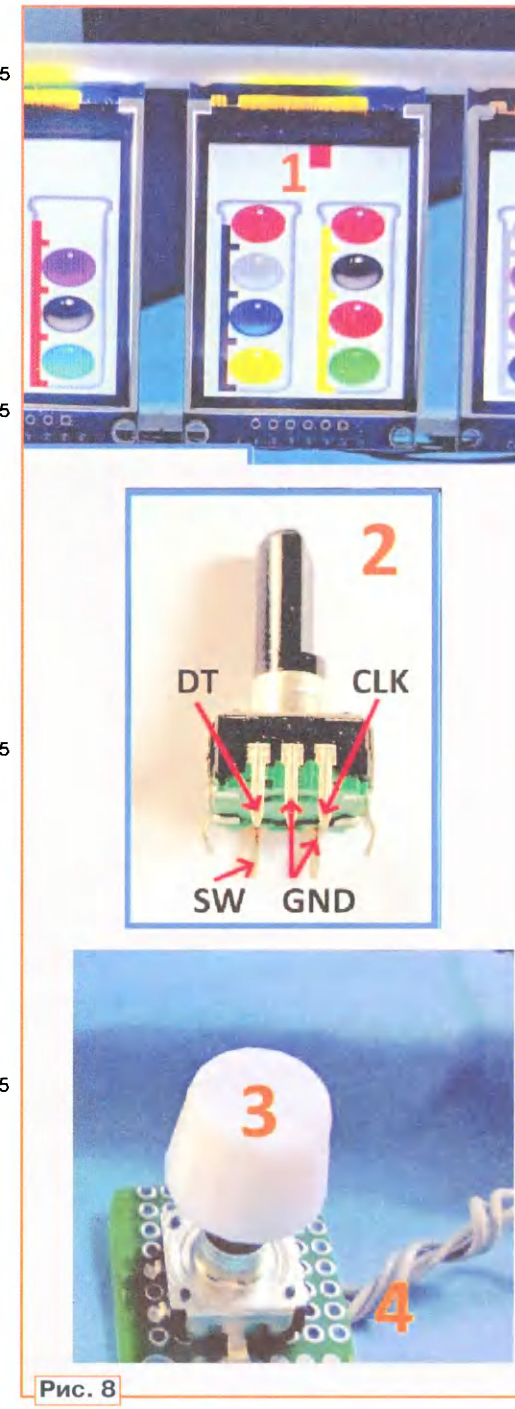


Рис. 8

ложен курсор. Энкодер размещён на отрезке макетной платы 4 и соединён с модулем МК гибкими проводами. Для соединения всех узлов удобно использовать малогабаритные разъёмы любого типа.

Выложенные на сайте файлы содержат три варианта скетчей для модулей дисплеев и панели кнопок с добавлением моноцветного экрана и с заменой панели энкодером (числовые индексы в названии файлов — 4, 5 и 55 соответственно).

ЛИТЕРАТУРА

1. **Мамичев Д.** Имитатор различных видов индикации цифр с помощью цветных TFT-дисплеев 1.77" 160×128. — Радио, 2024, № 1, с. 61—63.

2. **Мамичев Д.** Игра "Шарики в колбах" на модуле RP2040 и сенсорном дисплее. — Радио, 2025, № 4, с. 59—62.

3. Как работает поворотный энкодер. Взаимодействие с Ардуино. — URL: **https://clck.ru/3Na23g** (09.08.25).

От редакции. *Файлы проекта (скетчи, трёхмерные модели футляров) и видеоролики, иллюстрирующие работу устройства, находятся по адресу* ***http://ftp.radio.ru/pub/2026/01/igra.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

Индикаторы пульса

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

В статье приводятся описания несложных светодиодных индикаторов пульса. К этим устройствам не стоит относиться как к медицинскому прибору, скорее это игрушки, при изготовлении которых начинающий радиолюбитель может узнать много нового и получить навыки изготовления электронных приборов.

Принцип работы индикатора основан на фотоплетизмографии (от греч. фото — свет, плетизмос — наполнение, графо — писать) [1], который является неинвазивным (неразрушающим) методом измерения изменения объёма крови в тканях. Для этого используются источник света и фотодетектор. Поскольку изменение объёма крови происходит синхронно с пульсом, этот метод можно использовать для индикации частоты сердечных сокращений. Существует два основных типа фотоплетизмографии: первый из них основан на пропускании света, второй — на отражении (рассеянии). В первом случае свет проходит сквозь часть тела человека (через палец или мочку уха), т. е. источник света и фотодетектор располагаются друг напротив друга. Во втором случае источник и фотоприёмник располагаются на одной стороне, и фотодетектор принимает отражённый и рассеянный сигнал. По интенсивности принимаемого сигнала фотодетектор реагирует на изменение интенсивности света.

Таким образом, датчик пульса должен содержать источник света (в данном случае излучающий ИК-диод) и фотодетектор (фототранзистор ИК-диапазона). Использование этого диапазона позволяет в значительной степени уменьшить помехи от источников обычного света. В качестве такого датчика (излучатель + приёмник) можно использовать оптрон ИК-диапазона с открытым каналом, например TCRT1000 (**рис. 1**) [2]. Такие оптроны часто применялись в старых дисководах. Но если его нет в наличии, подойдут излучающий ИК-диод и фототранзистор ИК-диапазона, которые можно "добыть" из некоторых старых шариковых или оптических компьютерных мышей. Такие элементы показаны на ***рис. 2 на 3-й с. обложки***. В прозрачных корпусах — излучающие ИК-диоды, в чёрных непрозрачных корпусах — обычно сдвоенные фототранзисторы ИК-диапазона с общим коллектором и отдельными эмиттерами (например, PT5529B/L2/H2-F [3]). Эти элементы служат для определения направления вращения колёсика в компьютерной мыши. Для датчика пульса следует использовать элементы от одной мыши, поскольку они будут согласованы по диапазону излучения.

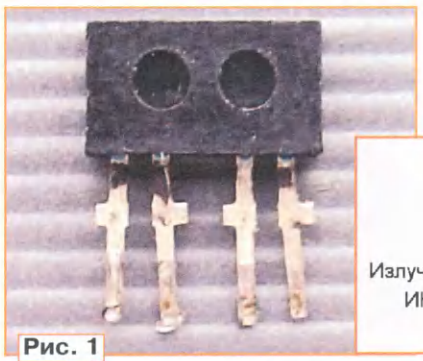


Рис. 1

Рис. 3

Для реализации датчика пульса излучающий ИК-диод располагают рядом на одном уровне (**рис. 3**). Между ними надо установить непрозрачную перегородку, чтобы исключить прямое попадание излучения на фототранзистор. Для перегородки подойдёт отрезок фольгированного стеклотекстолита, который приклеивают к плате. Однако сигнал на выходе фототранзистора мал, поэтому потребуется

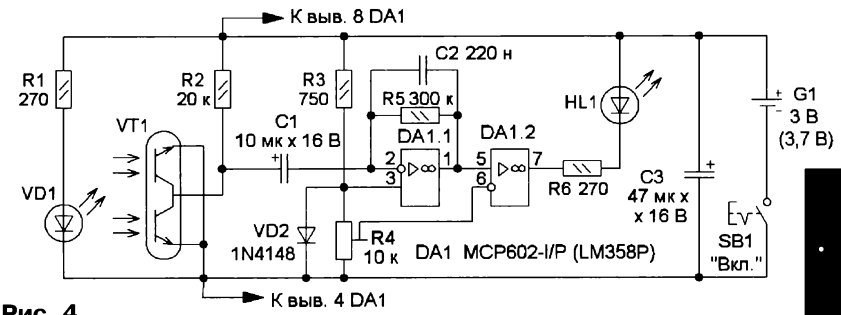


Рис. 4

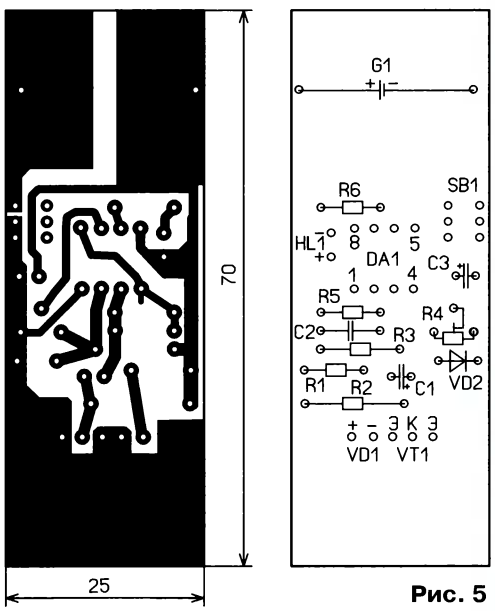


Рис. 5

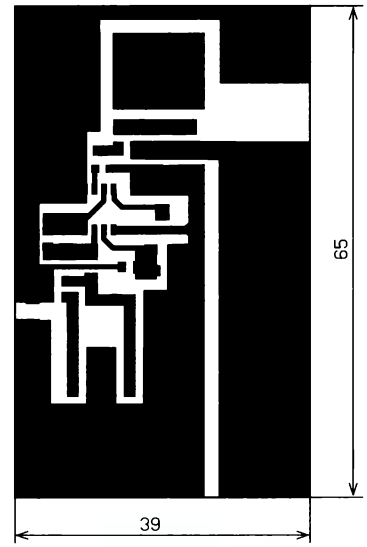
его усиление, а также световой (или звуковой) индикатор пульса на светодиоде.

Схема первого варианта индикатора пульса со световой индикацией показана на **рис. 4**. Он содержит излучающий ИК-диод VD1, ток через него задаёт резистор R1. Для повышения чувствительности фототранзисторы по выходу соединены параллельно. Их нагрузкой по постоянному току служит резистор R2. Конденсатор C1 — разделительный. На ОУ DA1.1 собран усилитель переменного напряжения. За счёт отрицательной обратной связи по переменному напряжению через конденсатор C2 его полоса пропускания ограничена частотой несколько герц, что позволяет подавить сетевые наводки. Максимальный коэффициент усиления определяется соотношением сопротивлений резисторов R5 и R2. На ОУ DA1.2 собран компаратор напряжения, на выходе которого установлен светодиод HL1, резистор R6 — токоограничивающий. Конденсатор C3 — блокировочный по питанию. Включение индикатора осуществляется с помощью кнопочного выключателя SB1.

Источник напряжения на диоде VD2 обеспечивает режим ОУ DA1.1 по постоянному току, а также служит источником образцового напряжения для компаратора. Порог переключения компаратора устанавливают подстроечным резистором R4.

Работает индикатор следующим образом. При отсутствии сигнала напряжение на неинвертирующем входе ОУ DA1.2 превышает напряжение на его инвертирующем входе, поэтому на выходе будет напряжение высокого уровня и светодиод HL1 погашен. После подачи напряжения питания начнутся переходные процессы, поэтому светодиод может включаться и выключаться, и на фототранзистор могут влиять посторонние источники света. К датчику пульса прикладывают палец, но за счёт большой инерционности индикатора правильные показания будут только через несколько секунд. При протекании крови через палец уровень отражённого сигнала изменяется. Когда он увеличивается, фототранзисторы открываются больше и на их коллекторе напряжение уменьшается. Этот сигнал усиливает и инвертирует ОУ DA1.1. Когда выходной сигнал этого ОУ станет меньше порога компаратора, он переключится, на светодиод HL1 поступит питающее напряжение, в результате он будет вспыхивать в такт с сигналом, т. е. пульсом.

Все элементы смонтированы на односторонней печатной плате из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Чертёж платы показан на **рис. 5**.



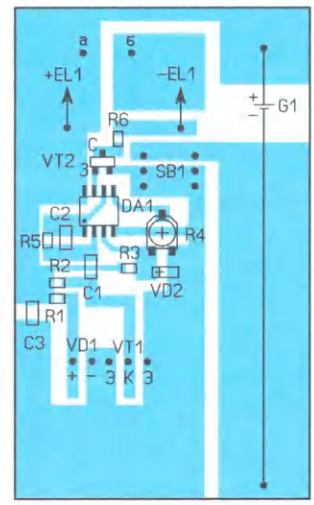


Рис. 8

Применены постоянные резисторы МЛТ, С2-23, подстроечный — СП3-19, конденсаторы — оксидные импортные низкопрофильные. Выключатель SB1 — кнопочный с фиксацией размерами 5,8×5,8 мм [4]. Светодиод должен быть повышенной яркости красного свечения с диаметром корпуса 3 мм. В качестве датчика пульса можно применить оптрон TCRT1000, как его подключить, будет рассказано далее. В качестве источника питания применён гальванический Li-Ion элемент напряжением 3 В типоразмера 2032. При таком напряжении был использован сдвоенный ОУ MCP602-I/P, поскольку у него минимальное напряжение питания — 2,7 В. Если для питания использовать Li-Ion аккумулятор типоразмера 2032 (LIR2032), в устройстве можно применить ОУ LM358P с минимальным напряжением питания 3 В. Налаживание сводится к установке чувствительности с помощью подстроечного резистора. Палец надо размещать на датчике со слабым прижимом так, чтобы он закрывал его полностью. Если прижимать сильно, кровоток может ослабнуть и индикатор не будет на него реагировать. Кроме того, могут влиять расположенные близко источники света.

Внешний вид смонтированной платы показан на ***рис. 6 на 3-й с. обложки***. Её можно разместить в полузакрытом пластмассовом корпусе, сделав отверстия для толкателя кнопки и светодиода, а также вырез для доступа к датчику пульса.

Индикатор пульса можно сделать более интересным, если использовать не одиночный светодиодный индикатор, а гибкую светодиодную нить [5]. Из неё можно сделать стилизованное изображение сердца, которое будет вспыхивать в такт с пульсом. Схема такого индикатора показана на ***рис. 7 на 3-й с. обложки***. Отличие от первого варианта заключается в том, что в основном применены элементы для поверхностного монтажа. Для питания светодиодной нити был использован более мощный источник — Li-Ion аккумулятор типоразмера 10440 (AAA), а для её коммутации — полевой транзистор VT2, резистор R6 — токоограничивающий. Также изменено подключение входов ОУ DA1.2. В остальном этот индикатор работает аналогично первому варианту. Как взамен излучающего ИК-диода и фототранзистора ИК-диапазона подключить оптрон TCRT1000, показано на рис. 7. Его устанавливают на плате и подключают к точкам а, б и с.

Все детали установлены на одностороннюю печатную плату из фольгированного стеклотекстолита толщиной 2 мм, её чертёж показан на **рис. 8**. Применены постоянные резисторы и конденсаторы типоразмера 1206, подстроечный резистор — PVZ3A

(POZ3A) или аналогичный. Держатель аккумулятора — для поверхностного монтажа [6]. Светодиодная нить — длиной 30 мм красного свечения [7]. Она закреплена на каркасе из медной проволоки диаметром 1,5 мм и длиной около 30 мм с помощью колечек, отрезанных от термоусаживаемой трубки, желательно прозрачной. Проволоку выгибают в форме сердца и залуживают её концы. Затем светодиодную нить (начиная от центра и к концам) последовательно фиксируют на каркасе с помощью колечек с последующим прогревом термофеном. Концы проволоки немного изгибают, чтобы каркас был под небольшим углом к плате, и припаивают её к точкам а и б. Паять надо аккуратно и быстро, чтобы не повредить светодиодную нить. Затем припаивают выводы нити к соответствующим печатным площадкам платы. При этом надо соблюдать полярность, которую следует учесть при размещении нити на проволоке. После проверки работоспособности проволоку на плате надо дополнительно закрепить с помощью эпоксидного или секундного (цианакрилатного) клея с так называемым сварочным гранулятом. Внешний вид смонтированной платы показан на ***рис. 9 на 3-й с. обложки***, при желании её можно разместить в корпусе подходящего размера.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фотоплетизмограмма. — URL: **https://clck.ru/3Q2bx4** (29.10.25).

2. TCRT1000, TCRT1010. — URL: **https://clck.ru/3Q2byk** (29.10.25).

3. PT5529B/L2/H2-F. — URL: **https://clck.ru/3Q2c2h** (29.10.25).

4. Кнопочные переключатели FSXSEMI 5.8x5.8 7x7 8x8 8.5x8.5 mm. — URL: **https://clck.ru/3Q2c5H** (29.10.25).

5. **Нечаев И.** Светодиодная гибкая нить в праздничных и новогодних украшениях. — Радио, 2025, № 12, с. 51—54.

6. AAA держатель батареи SMD. — URL: **https://clck.ru/3NLpxr** (29.10.25).

7. LMCWAN DIY LED Filament Flexible. — URL: **https://clck.ru/3Q2c74** (29.10.25).

От редакции. *Чертежи печатных плат находятся по адресу* ***http://ftp.radio.ru/pub/2026/01/puls.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

Викторина

MIKROE

"Платы расширения MikroElektronika"

Р. СЕРГЕЕНКО, г. Гомель, Беларусь

Сербская фирма MikroElektronika (часто называемая MikroE из-за надписи на **логотипе**) была основана в 2001 г. Небойша Матичем в Белграде. Фирма изготавливает стартовые наборы, оценочные платы и периферийные модули для всех основных архитектур микроконтроллеров: Microchip, STM, NXP, Texas Instruments, Renesas, SiliconLabs, Cypress, FTDI.

Первыми в 2001 г. появились платы и программаторы для PIC-контроллеров, в связи с чем MikroE была включена фирмой Microchip в список официальных партнёров-консультантов. В 2004 г. начата разработка компиляторов языков высокого уровня mikroPascal, mikroBasic, mikroC для PIC-контроллеров, причём на то время они были единственными, которые распространялись бесплатно.

В 2011 г. создан собственный стандарт соединительной шины mikroBUS с двухрядным 16-контактным разъёмом для плат расширения Click Boards. В 2017 г. разработан пакет инструментов mikroSDK, а в 2020 г. — среда NECTO Studio.

Девиз фирмы MikroE: "Один новый продукт в день!" Следуя этой задаче, удалось разработать более 3500 изделий, распространяемых через 50 дистрибьюторских центров по всему миру. Фирма создаёт удобные инструменты для коллег-инженеров, чтобы сэкономить их время на прототипирование узлов, приборов, систем.

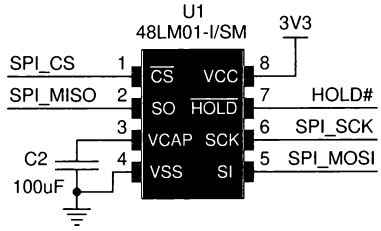
Ценовая политика — средняя, с пониманием того, что за китайскими аналогами не угнаться. Поэтому акцент сделан на платы расширения с использованием современных микросхем и новых датчиков промышленного применения.

Для радиолюбителей представляет интерес линейка унифицированных плат Click Boards, которых выпущено более 1900 разновидностей. Платы разделяются на группы по функциональному признаку: Wireless, Sensors, Interface, Display, Storage, Motor, Audio & Voice, Mixed, HMI, Clock & Timing, Power.

Файлы электрических схем плат Click Boards свободно доступны на сайте **https://www.mikroe.com/click** в разделе Downloads для каждого конкретного изделия. Схемы нарисованы нестандартно, с художественным оформлением УГО радиоэлементов. На печатных платах много полезных надписей и графики.

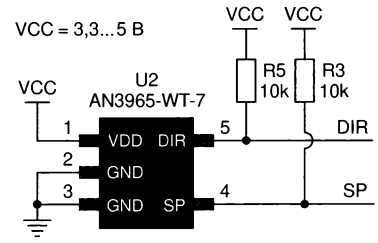
В **таблице** показаны фрагменты схем и фотографии внешнего вида плат Click Boards. На каждый вопрос викторины следует выбрать ответ 0 или 1 и записать их в ряд слева направо в виде двоичного числа. Если после перевода в десятичный вид получится 3644 или 3646, значит, все ответы правильные.

① MikroE EERAM 2 Click



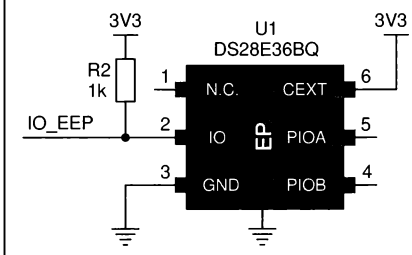
Можно ли заменить конденсатор C2 батареей с напряжением 3 В?
0 - да, это рекомендуется, если позволяет место на печатной плате;
1 - в этом нет физической необходимости

② MikroE Hall Switch 5 Click



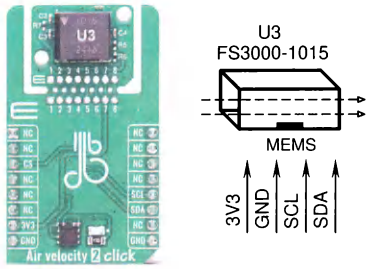
Какую форму имеют сигналы скорости (SP) и направления вращения магнитного поля (DIR) на выходах датчика Холла U2?
0 - DIR - импульсы, SP - уровни;
1 - DIR - уровни, SP - импульсы

③ MikroE GNSS 27 Click



По какой схеме подключается чип аутентификации U1, поддерживающий протокол 1-Wire?
0 - по двухпроводной схеме;
1 - по трёхпроводной схеме

④ MikroE Air Velocity 2 Click

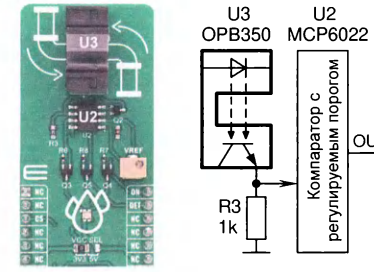


Сколько плат с датчиком скорости воздуха U3 понадобится для метеорологических измерений скорости ветра 0...15 м/с?
0 - достаточно одной платы;
1 - не менее трёх плат

⑤ MikroE Vibro Motor 3 Click

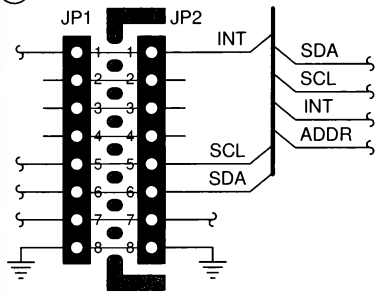
Можно ли по внешнему виду платы определить тип "таблеточного" вибромотора: линейный Z-axis или ERM с эксцентриком?
0 - да, это линейный вибромотор;
1 - нет, нужно изучать справочные данные

⑥ MikroE Water Detect 2 Click



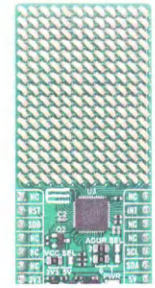
Может ли "водный детектор" обнаруживать пузырьки в жидкости, протекающей через прозрачную трубку, вставленную в датчик U3?
0 - может;
1 - не может

⑦ Mikro Grid-EYE 3 Click



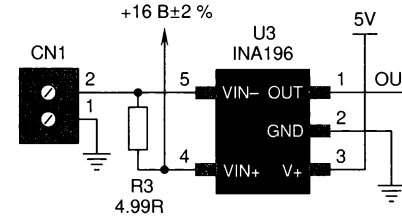
Что следовало бы исправить в рисунке электрической схемы с точки зрения логики?
0 - графику контактных площадок JP1, JP2;
1 - графику шины с сигналами INT, SCL, SDA

⑧ MikroE 16x12 R Click



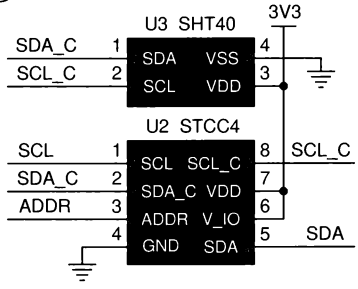
Почему 192 светодиода на плате дисплея размещаются по диагонали, а не по горизонтали и не по вертикали?
0 - это задумка конструктора-дизайнера;
1 - для улучшения технических характеристик

⑨ MikroE 4-20mA R Click



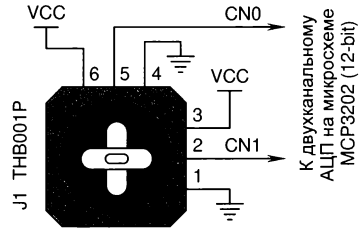
Кабель с каким сопротивлением можно подключить к клеммам CN1 в приёмнике интерфейса "токовая петля 4...20 мА"?
0 - сопротивление кабеля не принципиально;
1 - не более 700 Ом при коротком замыкании на стороне передатчика

⑩ MikroE Environment 7 Click



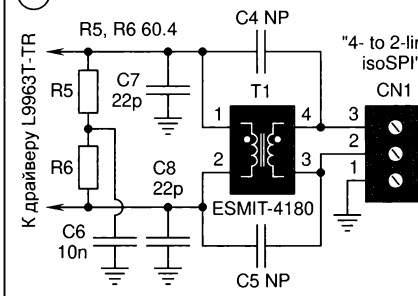
Надо ли применять два интерфейса I^2C?
0 - да (датчики U2, U3 работают совместно);
1 - нет (датчики U2, U3 можно подключить к одному общему интерфейсу I^2C)

⑪ MikroE Thumbstick 2 Click



Сколько точек отсчёта на градус обеспечивает аналоговый джойстик J1, если угол наклона его ручки от вертикальной оси равен 26°?
0 - не менее 50 отсчётов;
1 - не более 80 отсчётов

⑫ MikroE 2-Wire SPI ISO Click



Какое назначение конденсаторов C4 и C5, отсутствующих на плате изолятора SPI?
0 - замена трансформатора T1;
1 - устранение высокочастотных помех

ИНДИКАТОРЫ ПУЛЬСА

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

(см. статью на с. 61)

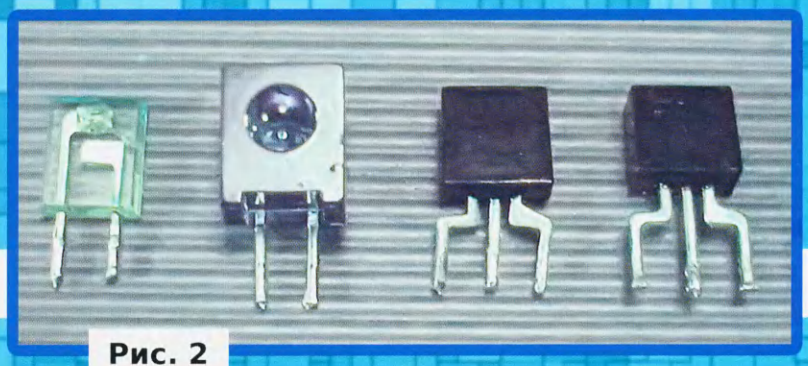


Рис. 2

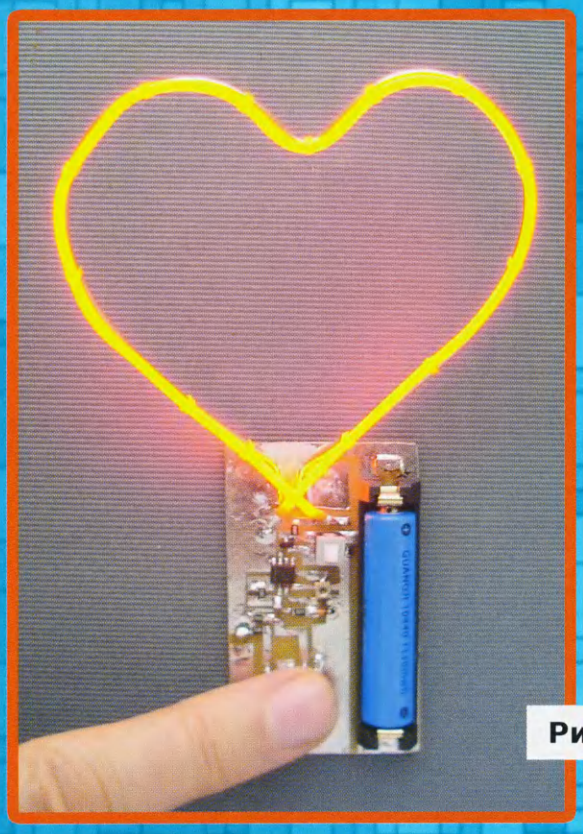


Рис. 9

Рис. 6

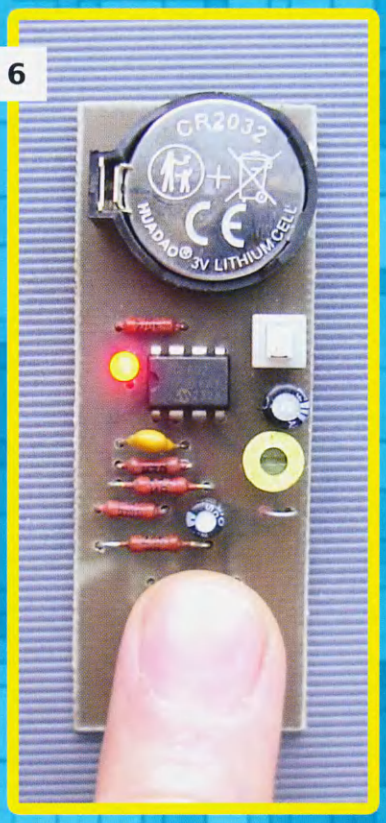
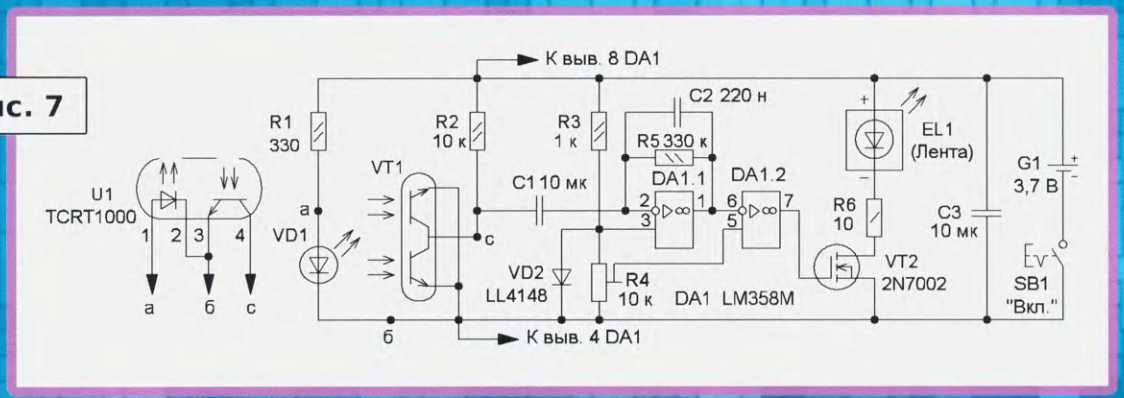


Рис. 7



Dr.WEB®
Сделано в России

ЗАЩИТИ СОЗДАННОЕ

Dr.Web Security Space
защитит ваш цифровой МИР

Защита от хищений средств

От банковских троянцев, клавиатурных шпионов, хакерских атак во время сессии онлайн-банкинга

Защита от мошенников

От фишинговых и мошеннических сайтов, сайтов с вредоносным ПО

Защита от уязвимостей программ

От эксплойтов, используемых киберпреступниками для проникновений через ошибки в популярных приложениях

Защита данных и информации

От удаления, порчи, шифрования и похищения

Защита от захвата устройства и слежки

Блокировка камеры, микрофона, съемных устройств

Защита детей

Родительский контроль

- ✓ **Dr.Web — в едином реестре отечественного ПО**
- ✓ **Круглосуточная техническая поддержка**
- ✓ **Бонус для покупателей — защита для Android**

Поддерживаемые ОС

ANDROID

Техподдержка компании «Доктор Веб»:
https://support.drweb.ru

Сайты компании «Доктор Веб» в социальных сетях:
https://www.drweb.ru/user/social

Сайты компании «Доктор Веб»:
https://антивирус.рф
https://drweb.ru

© ООО «Доктор Веб», 2021
125040, Россия, Москва, 3-я улица Ямского поля, вл. 2, корп. 12а
Тел.: +7 495 789-45-87 (многоканальный),
факс: +7 495 789-45-97